

T.C
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DEPREM, RİSKLİ YAPILAR VE KENTSEL DÖNÜŞÜM BİLİM DALI

**HASTANE BİNALARININ HIZLI TARAMA
YÖNTEMLERİ İLE DEPREME KARŞI ZARAR
GÖREBİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans tezi

Tezi Hazırlayan:
Necmettin ASYA

İstanbul, 2019

T.C
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DEPREM, RİSKLİ YAPILAR VE KENTSEL DÖNÜŞÜM BİLİM DALI

**HASTANE BİNALARININ HIZLI TARAMA
YÖNTEMLERİ İLE DEPREME KARŞI ZARAR
GÖREBİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans tezi

Tezi Hazırlayan:

Necmettin ASYA

Öğrenci No:

150868012

Danışman:

Dr. Öğr. Üyesi Burhan Kubilay KAPTAN

İstanbul, 2019

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Hastane binalarının hızlı tarama yöntemleri ile depreme karşısında zarar görebilirliğinin değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 20.03.2019

Necmettin ASYA



T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 150868012 no'lu Necmettin ASYA 'nın 20/07/2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda 85 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliği / oyçokluğu ile, kabul kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Programı : DEPREM, RİSKLİ YAPILAR VE KENTSEL DÖNÜŞÜM
Tez Başlığı³ : HASTANE BİNALARININ HIZLI TARAMA YÖNTEMLERİ İLE DEPREME KARŞI ZARAR GÖREBİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

<u>Tez Sınav Jürisi</u>	<u>Öğretim Üyesi</u>	<u>İmza</u>
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Burhan Kubilay KAPTAN		
Üye : Dr. Öğr. Üyesi İhsan KARAGÖZ		
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Abdülhakim ZEYBEK		

¹ Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak adayı tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

² Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında “kabul”, “düzeltme” veya “red” kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığını yazılması gerekmektedir.

Adı ve Soyadı : Necmettin ASYA
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Burhan Kubilay KAPTAN
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans, 2019
Alanı : Deprem, Riskli Yapılar ve Kentsel Dönüşüm
Anahtar Kelimeler : Muş devlet hastaneleri, Deprem göçme riski, P25, Sucuoğlu, Fema

ÖZ

HASTANE BİNALARININ HIZLI TARAMA YÖNTEMLERİ İLE DEPREME KARŞI ZARAR GÖREBİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, Muş ili ve ilçe devlet hastanelerin deprem karşısındaki göçme risklerinin belirlenmesinde kullanılabilecek mevcut yöntemler ele alınmıştır. Puanlama parametreleri ve gözlem anket formları açıklanan bu yöntemlerden biri seçilip, bazı hastaneler üzerinde uygulanmıştır. Aşamaları tarif edilen yöntemler şunlar olup: FEMA-154, SUCUOĞLU, P25; Uygulama için P25 yöntemi seçilmiştir. Diğer tüm yöntemler gibi P25 yönteminin uygulanmasında kullanılmak üzere, hastanelerin yerel zemin ve genel kimlik bilgileri verilmiştir.

Name and Surname : Necmettin ASYA
Supervisor : Dr. Lecturer Burhan Kubilay KAPTAN
Degree and Date : Master, 2019
Major : Earthquake, Risky Structures and Urban Transformation
Key Words : Muş state hospitals, the risks of earthquake-induced displacement, P25, Sucuoğlu, Fema

ABSTRACT

EVALUATION OF DAMAGABILITY OF HOSPITAL BUILDINGS WITH EFFECTIVE SCREENING METHODS

In this study, existing methods that can be used to determine the risks of earthquake-induced displacement of Mus and province state hospitals are discussed. Scoring parameters and observation questionnaires were selected from these methods and applied on some hospitals. The methods described for the steps are: FEMA-154, SUCUOĞLU, P25; The P25 method was chosen for the application. Like all other methods, local bases and general identification information of hospitals are provided for use in the implementation of the P25 method.

İÇİNDEKİLER

ÖZ

ABSTRACT

TABLolar LİSTESİ.....	i
ŞEKİLLER LİSTESİ	iii
KISALTMALAR	i
1. GİRİŞ.....	2
2. YÖNTEMLER	3
2.1 P25 yöntemi	3
2.1.1 P0 – Taşıyıcı Sistem Puanı	3
2.1.2 Temel Yapısal Puanı.....	6
2.1.3 P2 kısa kolon puanı.....	7
2.1.4 P3 – ‘Yumuşak Kat’ ve ‘Zayıf Kat’ Puanı	7
2.1.5 P4 – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı	8
2.1.6 P5 – Çarpışma Puanı.....	8
2.1.7 P6 – Sıvılaşma Potansiyeli Puanı ve P7 Toprak hareketleri puanı 8	
2.1.8 α – Düzeltme Çarpanı	9
2.1.9 β – Düzeltme Çarpanı	9
2.1.10 P - Sonuç Puanı.....	10
2.2 İki Aşamalı Risk Değerlendirme Yöntemi (SUCUOĞLU)	12
2.2.1. 1. Aşama: Sokaktan taramayla (gözlem)	12
2.2.1.1. Serbest kat sayıları.....	13
2.2.1.2. Yumuşak kat etkisi	13
2.2.1.3. Ağır Çıkmalar	13
2.2.1.4. Görünen bina kalitesi.....	14
2.2.1.5. Kısa kolon etkisi.....	14
2.2.1.6. Bitik binalarda çekiçleme etkisi	14
2.2.1.7. Yerel zemin koşulları	14
2.2.1.8. Topografik etkiler.....	15
2.2.2. Zemin kat ve bodrum katta yapılan ölçümler (gözlemler)	15
2.2.2.1. Plan düzensizliği.....	15
2.2.2.2. Redundancy – Taşıma gücü	15

2.2.2.3. Güç indeksi.....	16
2.2.3. İstanbul için 2 aşamalı sismik risk değerlendirme araçları.....	17
2.2.4. Bina performans puanı.....	18
2.2.5. Yerel toprak koşulları ve yer hareketi yoğunluğu (PGV, PGA) (Depremsellği).....	18
2.3 Potansiyel Sismik Tehlikelere Karşı Binaların Hızlı Görsel Taraması – FEMA 154	19
2.3.1 Jeolojik tehlikeler.....	21
2.3.2 Düzensizlikler	21
2.3.2.1 Düşey Düzensizlikler	22
2.3.2.2 Plan düzensizlikleri	25
2.3.3 Düşme tehlikesi bulunan cephe ve çatı elemanları.....	28
2.3.4 Hasar ve bozulma	29
FEMA Yapı Türünün Tanımlanması ve İlgili Temel Skorun Belgelenmesi	30
3. MUŞ İLİ VE ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ.....	32
3.1.1 Tektonik Yapı	32
3.1.2 Bölgeyi Etkileyen Önemli Fay ve Fay Toplulukları.....	35
3.1.2.1 Malazgirt Fayı	35
3.1.2.2 Muş Bindirmesi	35
3.1.2.3 Varto Fay Zonu	35
3.1.2.4 Birinci Fay Zonu	36
3.1.2.5 Karlıova Üçlü Birleşim Noktası ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) Bingöl Segmenti	36
3.1.3 Coulomb Gerilme Değişimleri ile deprem öngörüsü.....	37
3.1.4 Bölgede yaşanan geçmiş depremler.....	40
3.1.4.1 Tarihsel Dönem Deprem Aktivitesi	40
3.1.4.2 Aletsel Dönem Deprem Aktivitesi	41
3.1.4.3 Son bir yılda kaydedilen depremler	46
3.1.5 Konuyla ilgili güncel haberler ve Uzman görüşleri.....	50
4. HASTANELER	52
4.1 Muş İli ve İlçeleri Devlet Hastaneleri kimlik bilgileri	52

4.1.1	Muş Devlet Hastanesi(300 yataklı)	52
4.1.2	Muş Varto Devlet Hastanesi(50)	53
4.1.3	Bulanık Devlet Hastanesi(100).....	54
4.1.4	Malazgirt Devlet Hastanesi(50)	55
4.1.5	Korkut İlçe Devlet Hastanesi(20)	56
4.1.6	Hasköy Devlet Hastanesi(50)	57
4.2	Muş ili ve ilçeleri zemin bilgileri	58
4.2.1	Jeoloji ve Tektonik	58
4.2.1.1	Genel Jeoloji.....	58
4.2.1.2	Tektonik	58
4.2.2	Yeraltısuyu Durumu	59
4.2.3	Afet Durumu	59
4.2.4	Deprem Durumu	59
4.2.5	Sıvılaşma ve yanal yayılma analizleri ve değerlendirilmesi.....	62
4.2.6	Muş ili ve ilçe zemin değerleri ve özellikleri	62
4.2.6.1	Muş Merkez zemin bilgileri	62
4.2.6.2	Muş Varto zemin bilgileri	64
4.2.6.3	Muş Korkut zemin bilgileri	66
4.2.6.4	Muş Bulanık zemin bilgileri.....	68
5.	HESAPLAMALAR.....	70
6.	SONUÇ.....	93
7.	KAYNAK.....	94
	EKLER.....	96

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Yapısal Düzensizlik Katsayıları (f_i)	6
Tablo 2. Kısa Kolon Puanlama Matrisi	7
Tablo 3. Sıvılaşma Potansiyeli Puanları	8
Tablo 4. Toprak hareketleri puanı.....	8
Tablo 5. Çeşitli Puanlar için ağırlık oranları.....	10
Tablo 6. Düzce’de incelenen yapıların hasar dağılımı	18
Tablo 7. Betonarme yapıların 1. Aşama incelemesi için başlangıç ve olumsuzluk puanları	19
Tablo 8. Coulomb gerilme değişimleri hesabında kullanılan deprem parametreleri	38
Tablo 9. 20.YY öncesi meydana gelen depremler	40
Tablo 10. 20.YY öncesi meydana gelen depremler	41
Tablo 11. Muş ve çevresinde aletsel dönemde oluşmuş önemli depremler.....	43
Tablo 12. Başlıca depremlerin can kaybı bilgileri	44
Tablo 13. Muş İli Çevresinde Gerçekleşen Son Depremlerin Yerleri Büyüklükleri (AFAD).....	48
Tablo 14. Muş ili çevresinde ölçülebilen büyüklüğü 4 ve üzerinde olan depremlerin oluştuğu yerler, büyüklük ve derinlik bilgileri	49
Tablo 15. Muş ili ve ilçeleri deprem bölgesi bilgisi	61
Tablo 16.1 Korkut İlçe Hastanesi için Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi hesabı (Em/Ec = 0,15 alınmıştır.)	71
Tablo 16.2 Korkut İlçe Hastanesi için Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi hesabı	72
Tablo 1.2 Yapısal Düzensizlik Katsayıları (f_i)	73
Tablo 2.2 Kısa Kolon Puanlama Matrisi	74
Tablo 3.2 Sıvılaşma Potansiyeli Puanları	75
Tablo 4.2 Toprak hareketleri puanı.....	75

Tablo 17.1 Varto İlçe Hastanesi için Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi hesabı ($E_m/E_c = 0,15$ alınmıştır.)	79
Tablo 17.2 Varto İlçe Hastanesi İçin Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi Hesabı	80
Tablo 3.3 Sıvılaşma Potansiyeli Puanları	82
Tablo 4.3 Toprak hareketleri puanı.....	82
Tablo 16.5 Bulanık İlçe Hastanesi için Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi hesabı ($E_m/E_c = 0,15$ alınmıştır.)	86
TABLO 16.6 Bulanık İlçe Hastanesi için Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi hesabı.....	87
Tablo 1.3 Yapısal Düzensizlik Katsayıları (f_i)	88
Tablo 3.4 Sıvılaşma Potansiyeli Puanları	90
Tablo 4.4 Toprak hareketleri puanı.....	90

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Örnek bina zemin kat planı.....	4
Şekil 2. β - katsayısının değişimi	10
Şekil 3. Binaların puan dağılımları ve bant genişlikleri	11
Şekil 4. Fema 1. Aşama değerlendirme formu	20
Şekil 5. Yumuşak katı olan bir bina örneği	22
Şekil 6. Yumuşak katı olan bir bina örneği	23
Şekil 7. Üst katlardaki çekilmeden kaynaklı düzensizlik örneği	23
Şekil 8. Ağır çıkma örneği.....	24
Şekil 9. Düşey düzensizlik örneği (Üst kat perde duvar hizasının, zemin kat perde duvar hizasıyla farklı olması)	24
Şekil 10. Bölünmüş bir çift düzlemin şematik düşümü	25
Şekil 11. Saklı duvarlar üzerinde iki kat üzerinde yer alan duvarlarda L-şekilli konfigürasyonlar	26
Şekil 12. Plan düzensizlikleri.....	27
Şekil 13. Büyük döşeme açıklıklarının şematik gösterimi	27
Şekil 14. Bir binanın çevre kolonlarının kirişlerden önde olması	28
Şekil 15. Muş ili ve yer bulduru haritası.....	32
Şekil 16. Türkiye'nin önemli tektonik yapıları.....	33
Şekil 17. Muş ve civarının önemli tektonik yapıları.....	34
Şekil 18. Çalışma alanı ve çevresindeki deprem aktivitesi.....	42
Şekil 19. Çalışma alanındaki diri faylar ve bu faylar üzerinde meydana gelmiş büyük depremlere ait odak mekanizmaları.....	44
Şekil 20. Çalışma alanı ve yakın civarında meydana gelen farklı büyüklüklere ait deprem sayıları	45
Şekil 21. Çalışma Alanı ve civarında gerçekleşmiş farklı derinliklere ait deprem sayıları.	46
Şekil 22. Muş Devlet Hastanesi	52
Şekil 23. Varto Devlet Hastanesi	53
Şekil 24. Bulanık Devlet Hastanesi	54
Şekil 25. Malazgirt Devlet Hastanesi	55
Şekil 26. Korkut Devlet Hastanesi.....	56

Şekil 27. Hasköy Devlet Hastanesi	57
Şekil 28. Deprem Haritası.....	60
Şekil 29. Deprem Haritası Muş ili	61
Şekil 30. Korkut İlçe Hastanesi zemin kat planı.....	70
Şekil 31 Varto İlçe Hastanesi zemin kat kat planı	78
Şekil 32. Bulanık Devlet Hastanesi zemin kat planı.....	85



KISALTMALAR

FEMA : Federal Emergency Management Agency

YASS : Yer Altı Su Seviyesi



1. GİRİŞ

Dünya yer kabuğu hareketlenmelerin yer yüzeyindeki yansıması; depremler,Türkiye'nin içinde bulunduğu coğrafyada etkisini yüzyıllardır göstermektedir. Can ve mal kayıplarının bu afet şeklinde çok olması, üzerinde araştırma yapma gereğini getirmiş,oluşan birikim günümüze kadar artarak ulaşmıştır. Yerbilimi araştırmalarının yanında, gerçekleşmiş depremlerin istatistiksel kayıtları depremi anlamak ve önlem planlarını kurgulamada önemli yer eder. Aletsel ve aletsel olmayan dönemlere ait geçmiş deprem bilgileri şiddet, manyetüd ve yaklaşık can kayıpları bilgileri ile bu çalışmaya eklenmiştir.

Türkiye'de yaşanan geçmiş bazı depremlerde yıkılan veya ağır hasar alan bina sayısının fazla oluşu, bunun yanında yapı denetim, projelendirme ve uygulama alanlarında bilinen eksikliklerden ötürü mevcut yapılar güvenli görülmemektedir. Bu durum, deprem öncesi ve sonrası acil müdahale planlarının organizasyonu gerekliliğini oluşturmuştur. Dünyada ve ülkemizde bazı akademik ve idari çalışmalar bu ihtiyaca yönelik bazı çeşitli yöntemler geliştirmiştir.

Hızlı ve ucuz olması amacı taşımaları yönünden bu yöntemler benzerdir. Genelde 2 aşamalı planlanır; İlk aşama sokaktan gözlem, ikinci aşamaları proje üzerinde veya giriş katta yapılan yine hızlı ölçümleri esas alır.

Herbir parametrenin farklı yönde ve değerde etkisi ile bir puanlama sistemi tasarlanır. Belirlenen puan sınırlarına göre binanın göçme risk düzeyi belirlenir.

2. YÖNTEMLER

Binaların hasar görülebilirliğinin belirlenmesinde kullanılmak üzere geliştirilen yöntemlerden bazıları şöyledir; FEMA-154, P25 (Tezcan2007), Sucuoğlu.

2.1 P25 yöntemi

2.1.1 P0 – Taşıyıcı Sistem Puanı

Binanın taşıyıcı sistem özelliklerini yansıtan P0 puanı aşağıdaki formülden bulunur:

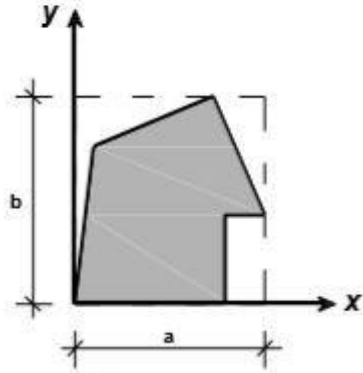
$$P0 = (CA + CI) / h0 \quad (12)$$

Bu formül 3m yüksekliğinde tek katlı bir yapıda $h0 = 100$ değerini, 15m yüksekliğinde 5 katlı bir yapıda $h0 = 446$ ve 30m yüksekliğinde 10 katlı bir yapıda $h0 = 635$ değerini vermektedir. Yazılan bir programla, birbirinden farklı yükseklik ve tasarıma sahip 27 bine yakın bina oluşturulmuş; Bu sonuçların regresyon analizleri yapılarak denklem 13 elde edilmiştir. (En küçük kareler regresyon katsayısı $R^2=0.40$ 'tır).

$$H_0 = -0.6H^2 + 39.6H - 13.4 \quad (13)$$

Efektif kat alanı ve kritik kat seçimi

Yapının zemin kat taban alanı, bir dikdörtgen içine yerleştirilerek A_e efektif kat alanı bulunur. Dikdörtgenin kenar uzunlukları a ve b değerlerini verir. ($A_e = a.b$) (Şekil 1). Sonrasında, hasar görülebilirliği en yüksek olan kat, kritik kat olarak seçilir. Bu genellikle binanın zemin katıdır. Binanın bodrum katında hiç istinat perdesi yoksa, kritik kat bodrum kat olarak seçilebilir. Kritik kat seçimi yapılamadığı durumlarda, öngörülen katlara göre ayrı ayrı hesap yapılması ve en olumsuz puanın esas alınması doğru bir yöntem olacaktır.



Şekil 1. Örnek bina zemin kat planı

Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi

Kritik kattaki kolon, perde ve dolgu duvarlarının enkesit alanları ve atalet momentleri hesaplanır. Sonrasında, alan endeksi ve atalet momenti enkesiti bulunur. Alan endeksi; kolon, perde ve dolgu duvar alanlarının, efektif kat alanına oranı olarak tarif edilir. Bu oran, her iki yöndeki etkili kesme alanlarına dayandığı için, yapının oturtulduğu kartezyen sistemde kabul edilen x ve y yönleri için farklı sonuçlar verecektir. Formül gösterimleri aşağıda verilmiştir.

$$C_{Ax} = 2 \times 10^5 A_{ef,x} / A_e \quad (1)$$

$$C_{Ay} = 2 \times 10^5 A_{ef,y} / A_e \quad (2)$$

$$A_{ef,x} = A_c + A_{sx} + (E_m/E_c) A_{wx} \quad (3)$$

$$A_{ef,y} = A_c + A_{sy} + (E_m/E_c) A_{wy}$$

Burada;

A_c ; Kritik kattaki kolonların enkesit alanları toplamı,

A_{sx} , A_{sy} : Kritik kat perde duvarlarının x ve y yönündeki enkesit alanları toplamı,

A_{wx}, A_{wy} : Kritik kat dolgu duvarlarının x ve y yönündeki enkesit alanları toplamı,

E_m / E_c : Dolgu duvar ve beton elastisite modülleri oranı =0.15

$$\left. \begin{aligned} C_{A,min} &= \min (C_{Ax}, C_{Ay}) \\ C_{A,max} &= \max (C_{Ax}, C_{Ay}) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$$C_A = \sqrt{(0.87 C_{A,min})^2 + (0.50 C_{A,max})^2} \quad (5)$$

Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi

Her iki yöndeki atalet momenti endeksleri ve bunların bileşkeleri olan CI – Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi aşağıda gösterildiği gibi bulunur.

$$C_{Ix} = 2(10^5) (I_{ef,x} / I_x)^{0.2} \quad (6)$$

$$C_{Iy} = 2(10^5) (I_{ef,y} / I_y)^{0.2} \quad (7)$$

$$I_x = a^3 b / 12 ; \quad I_y = ab^3 / 12 \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} I_{ef,x} &= I_{cx} + I_{sx} + (E_m/E_c) I_{wx} \\ I_{ef,y} &= I_{cy} + I_{sy} + (E_m/E_c) I_{wy} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$\left. \begin{aligned} C_{I,min} &= \min (C_{Ix}, C_{Iy}) \\ C_{I,max} &= \max (C_{Ix}, C_{Iy}) \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

$$C_I = \sqrt{(0.87 C_{I,min})^2 + (0.50 C_{I,max})^2} \quad (11)$$

Burada; ;

I_x ,ve I_y : Bina taban alanını içine alan dikdörtgenin x ve y yönündeki atalet momentleri,

I_{cx} ve I_{cy} : Kritik kat kolonlarının x ve y yönünde atalet momentleri toplamı,

I_{sx} ve I_{sy} : Kritik kat perdelerinin x ve y yönünde atalet momentleri toplamı,

I_{wx} ve I_{wy} : Kritik kat dolgu duvarlarının x ve y yönünde göre atalet momentleri toplamı,

CI : Atalet momenti endeksinin bileşkesi

CA ve CI alan ve atalet momenti endekslerinin bileşkeleri, depremin binanın zayıf yönüne 30 derece açı ile geldiği kabul edilerek hesaplanmaktadır.

2.1.2 Temel Yapısal Puanı

Yapısal düzensizlik katsayıları olan “fi” katsayılarının tanımları ve aldıkları değerler Tablo 1’de verilmiştir. Bu değerlerin P₀ puanı ile arka arkaya çarpılmasıyla P1 puanı bulunur. F (yapısal düzensizlik katsayıları) Tablo 1’de verilmiştir.

$$P_1 = P_0 \left(\prod_{i=1}^{14} f_i \right) \quad (14)$$

Tablo 1. Yapısal Düzensizlik Katsayıları (fi)

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi		
		Yüksek	Az	Yok
f_1	Burulma Düzensizliği	0.90	0.95	1.00
f_2	Döşeme Süreksizliği	0.90	0.95	1.00
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	0.65-0.75	0.90	1.00
f_4	Kütle Düzensizliği	0.90	0.95	1.00
f_5	Korozyon Mevcudiyeti	0.90	0.95	1.00
f_6	Ağır Cephe Elemanları	0.90	0.95	1.00
f_7	Asma Kat Mevcudiyeti (γ =Asma kat / Kat alanı)	0.90 $\gamma \geq 0.25$	0.95 $0 < \gamma < 0.25$	1.00 $\gamma = 0$
f_8	Katlarda Seviye Farkı veya Kısmi Bodrum	0.80	0.90	1.00
f_9	Beton Kalitesi ⁽¹⁾	$f_9 = (f_c / 20)^{0.5}$		
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş ⁽²⁾	$f_{10} = [(I_x + I_y) / 2 I_b]^{0.15} \leq 1.0$		
f_{11}	Etriye Sıklığı ⁽³⁾	$f_{11} = 0.60 \leq (10 / s)^{0.25} \leq 1.0$		
f_{12}	Zemin Sınıfı	0.90 (Z4 için)	0.95 (Z3 için)	1.00 (Z2, Z1 için)
f_{13}	Temel Tipi	0.80 - 0.90 (Tekil temel)	0.95 (Süreklı temel)	1.00
f_{14}	Temel Derinliği	0.90 (1m'den az)	0.95 (1 - 4m arası)	1.00 (4mden fazla)

f_9 , binanın MPa cinsinden beton kalitesidir.

I_e , I_y değerleri, kritik kat kolonlarının ortalama boyutlarından elde edilen temsili kolonun atalet momenti, I_s değeri ise, yine kritik katta en çok tekrar eden kirişin atalet momentidir.

s , cm cinsinden sarılma bölgesindeki etriye aralığıdır.

Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

2.1.3 P2 Kısa Kolon Puanı

Kısa kolon etkisi, yüksekliği bulunduğu kattaki diğer kolonların yüksekliklerinden daha düşük olan; bu sebeple de gevrek kayma kırılması yaşaması öngörülen kolonlarda görülür. FEMA 154 (1988); Gülkan ve Yakut, (1994); Sucuoğlu ve Yazgan, (2003) gibi çalışmalarda da bina performans puanı hesapları yapılırken, kısa kolon etkisi faktörü dikkate alınmıştır. Burada kısa kolonun yapıdaki varlığıyla beraber, bulunma sayısı ve yüksekliğinin kat yüksekliğine oranı önemlidir. Bu bilgilere dayanarak hesaplanan P2 – Kısa Kolon Puanının puanlama sistemi Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kısa Kolon Puanlama Matrisi

Kısa Kolonların Bulunma Oranı	Kısa Kolon boyu / Kat Yüksekliği			
	(0.75-1.00)h	(0.40-0.75)h	(0.15-0.40)h	(0.00-0.15)h
Az (%5 den az)	70	64	57	50
Bazı (%5 -%15)	60	50	44	37
Fazla (%15-%30)	50	40	30	24
Çok Fazla (%30 dan fazla)	40	30	20	10

Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

2.1.4 P3 – ‘Yumuşak Kat’ ve ‘Zayıf Kat’ Puanı

Giriş katta,kullanıma bağlı olarak kat yüksekliğinin diğer katlardan daha yüksek tutulması ve giriş katta dolgu duvar bulundurulmaması durumlarda giriş katları zayıf hale gelmekte ve hasarın odak noktası olmaktadır. Bu kusuru ifade eden P3 ‘Yumuşak’ kat ve ‘Zayıf’ kat Puanı :

$$P3 = 100 [r_a r_r (h_{i+1} / h_i)^3]^{0.60} (15)$$

denklemini ile bulunur. Formülde,“hi” ve “hi+1” kritik kat ve bir üst katın yüksekliklerinin ifadesi olup, kritik katın göreceli yatay yer değiştirmesi temsilen eklenmiştir. Parantezin 0.60 ‘ıncı kuvveti alınarak, P3 puanı 0 ila 100 aralığında mantıksal bir değer alır. Denklem (16) ve (17) deki“ra” ve “rr” kritik kat ve bir

üstündeki katın kolon, perde ve dolgu duvarlarının efektif alan ve efektif atalet momenti cinsinden birbirlerine oranlarını göstermektedir: “ra” ve “rr” değerleri x ve y yönleri için ayrı ayrı bulunur ve ortalamaları alınır.

Burada A_{ef} ve I_{ef} değerleri Denklem (3) ve (9) ile bulunabilir.

$$r_a = (A_{ef,i} / A_{ef,i+1}) \leq 1 \quad (16)$$

$$r_r = (I_{ef,i} / I_{ef,i+1}) \leq 1 \quad (17)$$

2.1.5 P4 – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı

Hastane yapısında çıkma katlar olmadığından P4 puanı 1.00 olarak (hesaba etkisiz) olarak kabul edilecektir.

2.1.6 P5 – Çarpışma Puanı

Hastane bağımsız bir yapı olarak başka yapılarla bitişik olmadığından P5 puanı 1.00 olarak (hesaba etkisiz) olarak kabul edilmiştir.

2.1.7 P6 – Sıvılaşma Potansiyeli Puanı ve P7 Toprak hareketleri puanı

Tablo 3. Sıvılaşma Potansiyeli Puanları

YASS	Hesaplanan Sıvılaşma Potansiyeli		
	Az	Orta	Yüksek
> 10 m	60	45	30
2.0 m – 10.0 m	45	33	20
< 2.0 m	30	20	10

Tablo 4. Toprak hareketleri puanı

Zemin Sınıfı	YASS (m)	P ₇ - Puanı
Z ₁ , Z ₂	–	100
Z ₃	YASS ≤ 5.0	25
	YASS > 5.0	35
Z ₄	YASS ≤ 5.0	10
	YASS > 5.0	20

Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

2.1.8 α – Düzeltme Çarpanı

Farklı yıkılma parametrelerini gösteren P_i puanları arasından, $P_{\min}$ minimum puanı belirlenir. Binanın ve bölgenin özelliklerine göre bir α – çarpanı ile düzeltme yapılır. α – çarpanı; bina önem katsayısı (I), deprem bölgesine göre tayin edilen efektif ivme katsayısı (A_0), hareketli yük çarpanı (n) ve topografik konum katsayısı (t) gözönüne alınarak Denklem (18) yardımı ile hesaplanır;

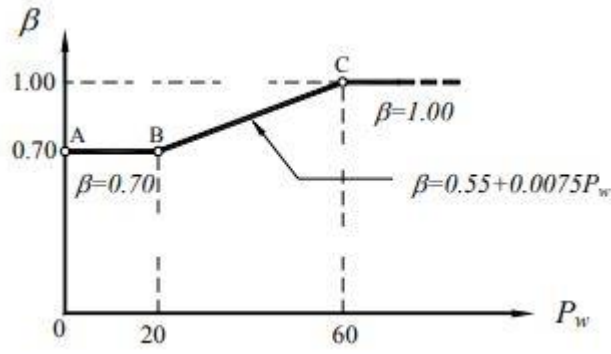
$$\alpha = (1 / I)(1.4 - A_0) [1/(0.4n+0.88)] t$$

Nominal değeri $t = 1.0$ olan topoğrafik katsayısı, incelenen binanın bir tepenin üstüne kurulu olması durumunda $t = 0.7$, dik bir yamaca kurulu olması durumunda ise $t = 0.85$ değerini alır. Bu katsayının belirlenmesinde, özellikle 1985 Şili depremi sonrası USGS tarafından Canal Beagle bölgesinde yapılan artçı depremlere bağlı ölçümler büyük rol oynamıştır. Birbirinin tamamen aynı inşa edilen bloklardan bir tepe üstünde sıralananların aşağı düzlükte bulunanlara oranla daha fazla hasar aldığı görülmüştür. (Sholtis ve Stewart, 1999 ve Çelebi, 1987). Ancak, Şili depremi sonrası bir bölgede elde edilen sonuçların her türlü topoğrafik etki için kullanılamayacağı açıktır. Ayrıca, topoğrafik büyütmenin frekansa bağlı olması, yapılan ölçümlerin artçı kayıtlar olması gibi daha birçok değişkenlik, topoğrafik etki parametresini oldukça karmaşıktırmaktadır. Fakat, yukarıda bahsedilen çalışmalarda topoğrafik etkinin en azından niteliksel tarifi P25 yöntemine de ışık tutmuştur.

2.1.9 β – Düzeltme Çarpanı

Binanın sonuç performans puanı önceden hesaplanan 7 adet P_i puanının ağırlık katsayılarına göre ilişkilendirilmesiyle belirlenir. Önce $P_{\min}$ minimum puan belirlenir, sonra bu değer ağırlık katsayısı olan $w = 4$ ile çarpılır. Diğer P_i puanları Tablo 7’de verilen ağırlık puanları ile çarpılarak Denklem (19)’da gösterildiği gibi ağırlıklı ortalama puanı (P_w) hesaplanır. Ağırlıklı ortalama puanı (P_w) kullanılarak Şekil 4’de verilen formüllerle bir β – Düzeltme çarpanı elde edilir.

$$P_w = \Sigma (w_i P_i) / \Sigma w_i \quad (19)$$



Şekil 2. β - katsayısının değişimi

Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

Tablo 5. Çeşitli Puanlar için ağırlık oranları

Ağırlık Puanı	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_{min}
w	4	1	3	2	1	3	2	4

Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

2.1.10 P - Sonuç Puanı

Yukarıda hesaplanan α ve β – çarpanları yardımı ile binanın performansını tanımlayan P sonuç puanı :

$$P = \alpha \cdot \beta \cdot P_{min} \quad (20)$$

Formülü ile bulunur. Burada, P_{min} birbirinden ayrı hesaplanan ve detayları verilen 7 adet P_i değerlendirme puanlarının en küçüğüdür.

Binanın göçme riski P25 metoduna göre elde edilen P puanının sınır değerleri ile karşılaştırılarak; birinci bölge, ikinci bölge veya üçüncü bölgede olduğuna karar verilerek belirlenir. (Şekil 3)



Şekil 3. Binaların puan dağılımları ve bant genişlikleri

Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

2.2 İki Aşamalı Risk Değerlendirme Yöntemi (SUCUOĞLU)

İlk aşama sokaktan tarama şeklindedir, ikinci aşama için ise bodrum ve zemin kata girilip, incelemeler yapılır.

2.2.1. 1.Aşama: Sokaktan Taramayla (Gözlem)

Parametreler; Serbest kat sayısı (1-7), Yumuşak kat etkisi (var/yok), Beton parapetli balkonlar gibi ağır çıkmalar (var/yok), Görünen yapı kalitesi (İyi/orta/kötü) Kısa kolon (var/yok), Çekiçleme etkisi (var/yok), Yerel zemin koşulları (sert/yumuşak), Toprak hareketleri (var/yok).

Yukarıdaki her bir parametre deprem anında yapı sisteminin farklı oranlarda başka bir zaafını yansıtır. 99 Düzce depremi verileri kullanılarak elde edilen hasar-parametre ilişkisi, her bir parametrenin deprem performans puanına etkisini gösterir. Toplanan verilerle, öngörülen hasar dağılımını doğru tahmin edebilmek için belirlenen parametreler kullanılarak doğrusal bir kombinasyon kuralı geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen bu yöntemle, Türkiye'deki betonarme yapıların deprem performansının belirlenmesi basit, kolay ve sokaktan gözlem tekniği ile hızlandırılması hedeflenmiştir. Önerilen yöntem FEMA-154 (1988' de geliştirilen sismik değerlendirme yöntemi ile bazı benzerlikler taşımaktadır. Ancak, depreme uygun yapı tasarımı ve yapımı kurallarına uymayan yapı stoğuna sahip Türkiye için daha uygun ve kapsamlı bir risk tanımı sağladığı düşünülmektedir.

Mevcut binalar için geliştirilen bu performans formu, hem bina sahipleri hem de kamu idareleri tarafından kolayca uygulanabilecek basitliktedir. Eğer, yapı yüksek riskli çıkarsa, daha ayrıntılı araştırılması gerekir. Performans ölçeği bina stoğunun sismik tehlikesinin sıralamasını gösterir. Ölçekle; yüksek, orta, düşük riskli yapılar sınıflandırılır. İlk taramada düşük riskli görülen binalar için 2. taramaya gerek duyulmayabilir. Ancak, risk düzeyleri orta ve yüksek çıkanlar yıkım veya güçlendirme kararlarının verilmesi için ikinci kez ayrıntılı olarak değerlendirilir.

Aşağıda, her bir parametre ayrı başlıklarda açıklanmıştır.

2.2.1.1.Serbest Kat Sayıları

99 Kocaeli Düzce depremlerinden sonra yapılan gözlemlerde kat sayısı ile hasar seviyesi arasında önemli bir ilişki olduğu görülmüştür. Eğer, tüm binalar modern deprem tasarım ilkelerine göre yapılsaydı, tekdüze standart bir hasar dağılımı beklenecekti. Fakat, bölgedeki binaların çoğu bu temel gereklilikten uzaktır. Bu durumda artan katsayısı, etki eden deprem kuvvetini doğrusal olarak arttırırken, deprem direnci uygun oranda artmamıştır. Bu yüzden hasar seviyeleri katsayısı ile nerdeyse doğru orantıyla artmıştır.

2.2.1.2.Yumuşak Kat Etkisi

Yumuşak kat etkisi, zemin katın üst katlara göre daha az sertliğe(rijitliğe) ve kuvvete sahip olduğu binalarda görülür. Bunlar, genellikle bir ana cadde üzerinde bulunurlar. Caddeden ulaşılabilir zemin katları, dükkan, depo veya ticari alan olarak kullanılırken, konutlar üst katlarda yer alır.

Üst katlar birçok bölme duvarının sağladığı ek sertlik ve dayanıklılıktan yararlanmaktadır. Ancak, alt alandaki ticari alanın çoğunlukla müşteri dolaşımına yönelik olarak çerçeve elemanları arası açık bırakılmaktadır. Ayrıca, zemin katları daha uzun mesafelere ve düzensizliğe neden olan farklı bir eksen sistemine sahip olabilir. Tüm bu olumsuz özelliklerin birleşik etkisi, deprem mühendisliği perspektifinden yumuşak kat etkisi olarak tanımlanır. Yumuşak katlı bir çok binanın dünyadaki geçmiş depremlerde yumuşak kat seviyesinde gövdesi üzerine inip çökmesi gözlenmiştir.

2.2.1.3.Ağır Çıkmalar

Kolayca gözlemlenebilir bir parametre olarak; ağır sarkan(cumba) balkonlar, kütle merkezini yukarı taşır. Buna bağlı olarak, deprem yanal kuvvetleri ve momentleri artar.

2.2.1.4.Görünen Bina Kalitesi

Malzeme, işçilik kalitesi ve bakıma özen; binanın görünen kalitesini iyi, orta ve kötü olarak sınıflandırabilir. Türkiye’de son depremlerde, görünen kalite ile hasar arasında bir ilişki gözlenmiştir. Görünür kaliteye sahip olmayan binaların zayıf malzeme dayanımlarına ve yetersiz detaylara sahip olduğu görülmüştür.

2.2.1.5.Kısa Kolon Etkisi

Yarı dolgulu çerçeveler, yarı gömülü bodrumlarda bant pencereler, merdiven şaftlarının etrafındaki orta katlı girişler; betonarme yapılarda kısa kolon etkisine yol açar. Bu kolonlar genellikle kuvvetli depremlerde ağır hasarlara maruz kalır. Çünkü bunlar, kısaltılmış uzunluklarından ötürü yüksek kesme kuvveti alırlar. Kısa kolonlar dışarıdan gözlemlenebilir, çünkü genellikle dış akslarda bulunur.

2.2.1.6.Bitik Binalarda Çekiçleme Etkisi

Bitişik nizamalarda binalar, yeterli açıklık olmaması, farklı titreşim süreleri ve bu sebeple senkronize olmayan titreşim genliklerinin sonucu olarak depremde birbirlerine vururlar(çarparlar). Eşit olmayan kat seviyeleri vurma etkisini artırır. Darbeye maruz kalan binalar, üst katlarda daha ağır hasar alırlar.

2.2.1.7.Yerel Zemin Koşulları

Zemin büyütmesi (amplifikasyonu), yer hareketlerinin yoğunluğunun etkisini arttıran başlıca faktörlerden biridir. Sokaktan taramada kesin veri elde etmek zor olsa da, uzman bir gözlemci yerel toprakları sert veya yumuşak olarak sınıflandırabilir. Yerel yönetimlerin sağladığı Jeoteknik veriler, yerel toprak koşullarını sınıflandırmak için güvenilir bir kaynaktır.

2.2.1.8.Topografik Etkiler

Topografik amplifikasyon, tepe ve yamaçlarda yer hareket yoğunluğunu arttırabilen diğer bir faktördür. Yerel zemin koşulları gibi bu faktör de dışardan gözlemlenebilir özelliktedir.

2.2.2. Zemin Kat ve Bodrum Katta Yapılan Ölçümler (gözlemler)

Sokaktan tarama ve değerlendirilmeleri bittikten sonra, açıklanan parametrelere göre belirlenen performans puanları ile orta ve yüksek risk seviyelerine düşen binalar tespit edilebilir. Gözlemciler daha fazla veri için bu binaların zemin ve bodrum katlarına inerler. İlk olarak; yumuşak kat, kısa kolon ve yapı kalitesi hakkında önceki gözlemin daha yakından gözlem yoluyla onaylanması veya değiştirilmesi; ikinci olarak da (ayrıntılı aşama), zemin katın çerçeve planının bir taslağını hazırlamak ve kolon ölçülerinin alınması (beton ve tuğla duvar). Bu aşama, 3 kişinin yaklaşık 2 saatini tüketir. Bu veriler aşağıdaki parametrelerin hesaplanması için kullanılır.

2.2.2.1.Plan düzensizliği

Plandaki düzensizlik, iki yönde dikey (ortogonal) eksenli sistemlerde dikdörtgen esaslı bir sapmadır. Plandaki düzensizlik sertlik ve mukavemet dağılımlarında düzensizliklere yol açar. Ve bu da, güçlü deprem kuvvetleri altında lokal hasar risklerini artırır. Depreme dayanıklı yapı tasarımında, plan düzensizlikleri dikkate alınır.

2.2.2.2.Redundancy – Taşıma gücü

Bir yapı sisteminde, sürekli çerçeve sayısı veya bölme sayısı yetersiz olduğunda yatay yükler çerçeve elemanlarına eşit olarak dağıtılamayabilir. Özellikle deprem esnasında elastik davranmayan bu çerçeveler, yük aktarımından yoksun kalmakta; bu da lokal ağır hasarlara yol açmaktadır.

Taşıma gücü bilgi

Normalleştirilmiş bir artıklık oranı;

$$NRR = \frac{A_{tr}(n_{fx} - 1)(n_{fy} - 1)}{A_{gf}} \quad (1)$$

A_{tr} = tipik kolon alanı (tekrar eden, ortalama boyut)

A_{gf} = Zemin kat (taban) alanı

n_{fx}, n_{fy} = x ve y yönündeki sürekli karelerin (çerçevelerin) sayısı

Buna göre 3 taşıma gücü puanından biri atanır.

$NRS = 0$ when $NRR > 1$: Redundant

$NRS = 1$ when $0.5 < NRR < 1$: Semi-redundant

$NRS = 2$ when $NRR < 0.5$: Weakly redundant

2.2.2.3. Güç indeksi

Bir yapının yanal mukavemeti, malzeme dayanımlarına, projelendirmeye ve yapısal sistem gibi faktörlerin yanı sıra dikey elemanların boyutları ile büyük ölçüde ilişkilidir. Zemin katta dikey elemanların boyutlarının ölçülmesi mümkün olduğundan, buna bağlı bir güç oranı “SR” aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$SR = \min (A_{nc}, A_{ny})$$

$$A_{ni} = \frac{\sum (A_{col})_i + \sum (A_{sw})_i + 0.1 \sum (A_{mw})_i}{\sum A_f} \times 100 \quad (2)$$

where

$$(A_{col})_i = k_i \cdot A_{col}$$

$$(A_{sw})_i = k_i \cdot A_{sw}$$

$$(A_{mw})_i = k_i \cdot A_{mw}$$

Burada; x ve y için bakıyoruz.

K_x ; kare kolonlar için $\frac{1}{2}$

Sırasıyla; zayıf, güçlü yönlerde dikdörtgen sütunlar için $\frac{1}{3}$ ve $\frac{2}{3}$ ve x yönünde beton ve yığma duvarlar için 1.0

$$K_y = 1 - K_x$$

A_{col} , A_{sw} ve A_{mw} ; Kolon, perde, duvar kesit alanları

Bir sertlik indeksi SI, güç indeksinin sınıflandırılmasıyla tarif edilir. (SR)

SI = 0 when SI > 0.0025 : strong

SI = 1 when 0.0015 < SI < 0.0025 : moderate

SI = 2 when SI < 0.0025 : weak

2.2.3. İstanbul için 2 aşamalı sismik risk değerlendirme araçları

Sokak ve zemin kattan alınan bilgilere göre İstanbul için pratik bir risk değerlendirme yöntemi sunulmaktadır. Her bir parametrenin ağırlık puanı “Düzce” veri tabanına dayalı istatistiksel prosedürlerle değerlendirilir. İstatistiksel analiz çok değişkenli aşamalı doğrusal regresyon analizi prosedürü kullanılarak “SPSS” versiyon program paketi tarafından gerçekleştir. Sonuçlar düzenlenir ve verileri (yumuşak kat, çekiçleme, topografya) olmayan parametrelerin ağırlıkları mühendislik yargısı ile belirlenir. “Düzce” ‘de yerel toprak koşulları ve yer hareketi yoğunluğu tek tiptir. Deprem senaryosunda max. yer ivmesi (PGA) veya hızların (PGV) dağılımına dayalı olarak, İstanbul için farklı yoğunluk bölgeleri tanımlanmıştır. (JICA 2002). Farklı bölgelerde beklenen yer hareketi yoğunluğunun etkisi aşağıda açıklanan hız tabanlı dönüştürme faktörleri uygulanarak düşünülür.

2.2.4. Bina performans puanı

Bir yapıya ait risk parametreleri iki aşamalı incelemelerde elde edildikten ve yeri belirlendikten sonra, 1 ve 2 nolu inceleme seviyeleri için sismik performans puanları sırasıyla Tablo 2 ve 3 'te kullanılarak hesaplanmaktadır.

Bu tablolarda, kat sayısı ve yoğunluk bölgesi ile ilgili olarak bir ilk puan verilir. Sonra gözlenen her risk parametresi için puan azaltılır. Deprem performans puanı (PS) hesaplanması için genel formül aşağıdadır.

$$PS = (\text{İlk puan}) - \sum(\text{Olumsuzluk parametresi}) \times (\text{Olumsuzluk puanı})$$

Olumsuzluk puanları Tablo 5 ve 6'da verilir; tanımları da tablonun altındadır.

Tablo 6. Düzce'de incelenen yapıların hasar dağılımı

Number of stories	Damage Observed				Total
	None	Light	Moderate	Severe, Collapsed	
2	7	13	3	0	23
3	18	62	29	15	124
4	17	43	60	27	147
5	17	30	56	65	168
6	1	0	4	10	15
Total	60	148	152	117	477

Kaynak: (Haluk Sucuoglu, 2001) [6]

2.2.5. Yerel toprak koşulları ve yer hareketi yoğunluğu (PGV,PGA) (Depremselliği)

Deprem sırasında bina altındaki yer hareketlerinin (zemin hareketinin) şiddeti, büyük ölçüde fay hattına olan uzaklığa ve toprak yapısına bağlıdır. Mikro düzeyde deprem riskinin belirlenmesi her iki değişkeni de dikkate alır. JİCA raporunda sismik risk veya yer hareketi şiddeti PGA VE PGV cinsinden belirtilmiştir. PGV genellikle büyük bir deprem sırasında toprak koşullarının etkisini çok iyi yansıtmaktadır. (*Wald ve diğerleri(et all)1999*). JICA raporunda verilen ilgili rapordan yerel toprakların PGV ve kayma dalga hızlarının ilişkisi kolaylıkla gözlemlenebilir.

Zone I : $60 < PGV < 80$ cm/s²

Zone II : $40 < PGV < 60$ cm/s²

Zone III : $20 < PGV < 40$ cm/s²

Akkar ve Sucuoğlu'na göre üç PGV bölgesindeki yer hareket yoğunluklarındaki farklar Tablo 2 ve 3 'te verilen ilk puanlara yansıtılmıştır.

Tablo 7. Betonarme yapıların 1. Aşama incelemesi için başlangıç ve olumsuzluk puanları

Story #	Zone I 60<PGV<80	Zone II 40<PGV<60	Zone III 20<PGV<40	Soft Story	Heavy Overhang	Apparent Quality	Short Column
1, 2	90	125	160	-5	-5	-5	-5
3	90	125	160	-10	-10	-10	-5
4	80	100	130	-10	-10	-10	-5
5	80	90	115	-15	-15	-15	-5
6,7	70	80	95	-15	-15	-15	-5

Vulnerability Parameters

Soft story : No (0); Yes (1)
Heavy overhangs : No (0); Yes (1)
Apparent quality : Good (0); Moderate (1); Poor (2)
Short columns : No (0); Yes (1)
Pounding effect : No (0); Yes (1)
Topography effect : No (0); Yes (1)

Kaynak: (Haluk Sucuoğlu, 2001) [6]

2.3 Potansiyel Sismik Tehlikelere Karşı Binaların Hızlı Görsel Taraması – FEMA 154

FEMA 'nın öngördüğü Seviye 1 Veri Toplama Formunun (Şekil 3-1). nasıl tamamlanacağına dair talimatlar Ön-alan planlama faaliyetlerinin (Bölüm 2'de açıklandığı gibi), taranacak alanın sismisite düzeyine ve toprak tipinin belirlenmesine dayalı olarak Veri Toplama Formunun seçilmesi de dahil olmak üzere halihazırda yürütüldüğü varsayılmaktadır. İsteğe bağlı Seviye 2 Veri Toplama Formunu tamamlamak için talimatlar Bölüm 4'te verilmiştir.

Level 1
VERY HIGH Seismicity

Şekil 4. Fema 1. Aşama değerlendirme formu.

20

2.3.1 Jeolojik tehlikeler

Sıvılaşma, toprak kayması potansiyeli ve yüzey fay çatlağı üç tür jeolojik tehlikedir. Bu üç koşuldan herhangi biri, bir binanın deprem sırasında hasar görme ve çökme riskini artırabilir. Bu tehlikelerden herhangi biri bir şantiyede tespit edilirse binanın detaylı bir yapısal değerlendirmesi başlatılır.

Jeolojik tehlikeler, saha taraması öncesinde, Veri Toplama Formu'nda tanımlanabilir ve belgelenebilir (bkz. Şekil 4).

Bir kural olarak, eğimin yüksekliği binanın en yakın tarafından eğime olan mesafeden daha büyükse, potansiyel bir toprak kayması tehlikesi form üzerinde işaretlenmelidir.

Jeolojik tehlikeler bilgisi, ön saha planlama sürecinde belirlenmemişse ve tarama sırasında belirlenmesi mümkün olamadıysa, bu bölümde “DNK” işaretlenmelidir.

2.3.2 Düzensizlikler

Binalar, mimari, fonksiyonel veya ekonomik nedenlerle statik esaslara göre genellikle düzensizdir . Zemin katın ticari alan olarak kullanıldığı binalarda, bu katın yüksekliği diğer katlara göre daha yüksek olur. Yine bu binalarda köşe dükkanın, caddeye bakan cephesi dolgu duvarsız, diğer cepheleri dolgu duvarlı olabilir. Yani İki cephede çok sayıda pencere varken, diğer iki cephede beton perde veya dolgu duvarlar olabilir. Bu durum, yükün bir yönde yoğunlaşmasına yol açar. Sismik performansı olumsuz etkilenen bu yapılarda hasarlar meydana gelir.

Yapı düzensizlikleri genellikle ikiye ayrılır: düşey düzensizlikler ve plan düzensizlikleri. Ayrıca, Seviye 1 RVS prosedürü için, düşey düzensizlikler, ciddi ve orta düşey düzensizlikler olarak ele alınır. RVS skoru, değerleri yapının düzensizliklerinin tipi ve önem derecesine bağlı olan negatif Puan katsayıları etki edilerek belirlenir.

Aşağıdaki bölümlerde Seviye 1 taraması sırasında düşey ve plan düzensizliklerinin nasıl tanımlanacağı açıklanmaktadır. (bkz. Şekil 4).

2.3.2.1 Düşey Düzensizlikler

Düşey düzensizlikler tüm bina tiplerini etkileyebilir. Dikey Düzensizlik Referans Kılavuzu'nda (bkz. Ek B, Tablo B-4) gösterildiği gibi ve aşağıda açıklandığı gibi yaygın olarak 7 tür düşey düzensizlik vardır.

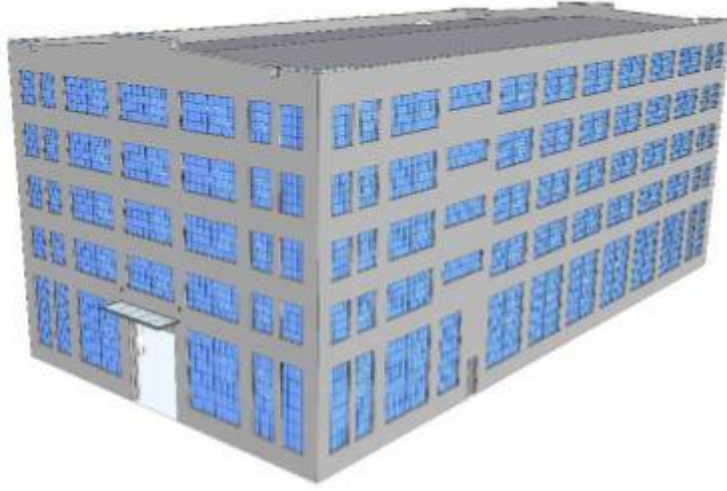
Bunlar bazıları; ağır çıkmalar, düşey elemanlarda süreksizlik, kısa kolon etkisi, farklı katların yükseklik farklarıdır.

Bir katın, üst veya alt kattan daha güçsüz (daha az duvar veya kolon) olması yumuşak kat davranışını doğurur. Bir katın rijitliğinin diğerlerinin çoğundan önemli ölçüde daha az olması durumunda genelde yumuşak kat özelliği oluşur. Hızlı görsel bir taramada, her katın dayanım ve rijitliğini niceliksel olarak belirlemek ve karşılaştırmak mümkün değildir. Bununla birlikte, belirli gözlemlenebilir koşullar, yumuşak veya zayıf bir katın var olabileceği hakkında ipuçları sağlar. Aşağıda açıklanan koşullardan herhangi biri mevcutsa, gözlemci formdaki düşey düzensizlik kutusunu kontrol eder ve düzensizliğin türünü, şiddetini belirtir. Aşağıdaki koşullardan herhangi birinin olup olmadığı konusunda şüphe varsa, güvenli tarafta kalıp var olduğunu kabul etmek gerekir. Belirsizlik kaynağı yıldız ve yorum bölümüne yazılarak açıklanır.



Şekil 5. Yumuşak katı olan bir bina örneği

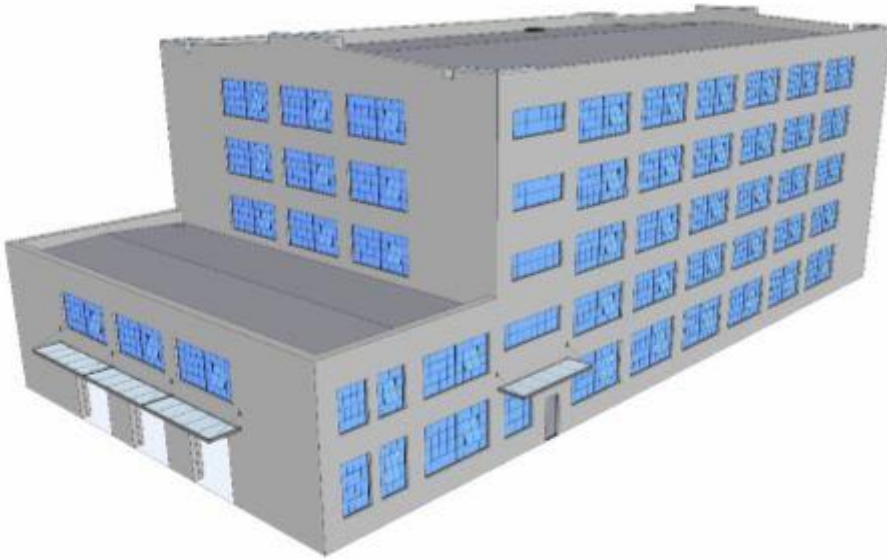
Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]



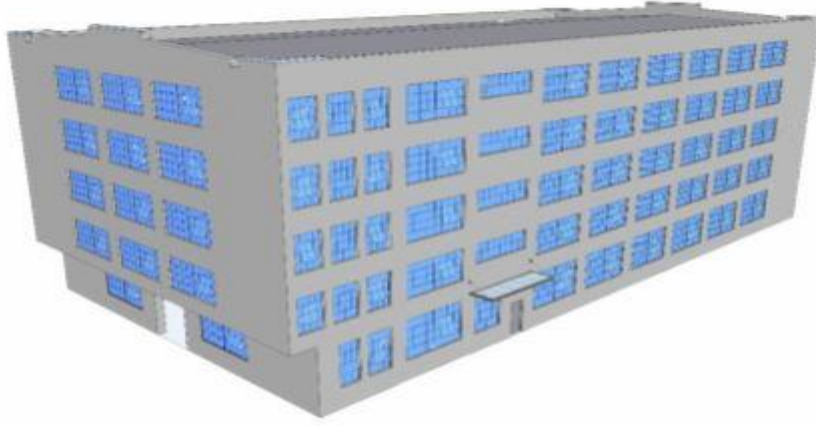
Şekil 6. Yumuşak katı olan bir bina örneği

Ağır Çıkmalar

Bazı yapılarda belli bir kattan sonrasında bina ileriye veya geriye ötelenecek şekilde tasarlanmıştır. Böyle bir örnek, Şekil 8'te gösterilmiştir. Bu tür yapılarda ötelenen katların taşıyıcı elemanları görünmeyebildiğinden, dışarıdan gözlemle taşıyıcı sistem bilgisinin saptanması zor olabilir. Dış duvarların arkasında aşağı kattan gelen taşıyıcı unsurların aynı şekilde devam ettiği kabul edilebilir. Bu tür bir düzlem eşitsizliği ciddi düşey düzensizlikleri olarak değerlendirilir. Çıkmalar veya gerilemeler 2 feet'e (60 cm<)eşit veya daha büyük ise dikkate alınmalıdır.



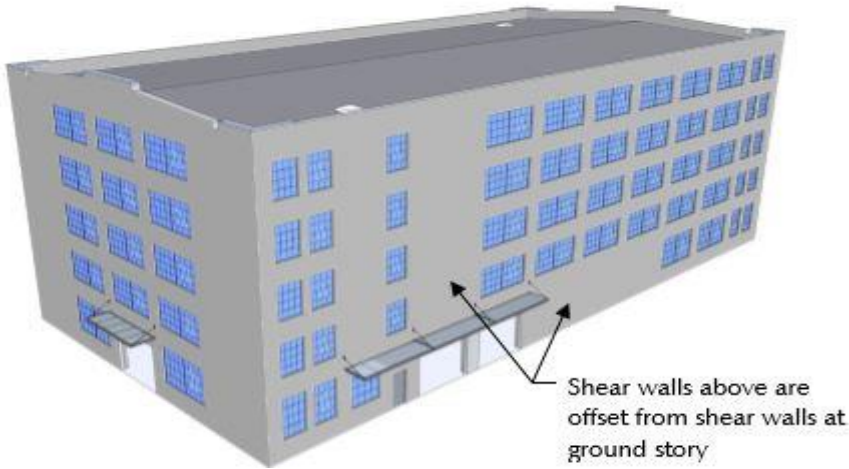
Şekil 7. Üst katlardaki çekilmeden kaynaklı düzensizlik örneği



Şekil 8. Ağır çıkma örneği

Düşey elemanlarda süreksizlik

Bu düzensizlik, üst katlardaki perde duvarın zemin katta devam etmemesi durumunda görülür. Genellikle köşe binalarda ve perde duvar bulunan binalarda görülür. Aşırı yük yukarıdaki perdenin taşıyıcısı konumunda olan zemin kat kolonlarında ve üst kat perdesi ile alt kattaki ötelenmiş perde arasındaki yatay elemanlarda birikir. Bu, ılımlı dikey düzensizlik olarak kabul edilir. Şekil 7’de zemin katındaki perde duvarlarının, yükleme kenetleme konumu olarak, yukarıdaki perde duvarlarından ayrıldığının gösterildiği bir örneği göstermektedir.



Şekil 9. Düşey düzensizlik örneği (Üst kat perde duvar hizasının, zemin kat perde duvar hizasıyla farklı olması)

Kısa kolon etkisi

Bodrum katta pencere kenarındaki kolonlarda görülür. Genel mantık olarak, bir kolonun aynı kattaki diğer kolonlara göre daha kısa boylu olması durumudur.

Farklı kat yükseklikleri

Bu düzensizlik, bina için bölümlerin kat yüksekliklerinin farklı olması durumunda oluşur. Şekil 10’da bir örneği görülmektedir.



Şekil 10. Bölünmüş bir çift düzlemin şematik düşümü

2.3.2.2 Plan düzensizlikleri

Tüm yapı tiplerinde plan düzensizliği görülebiliyor olsa da, bu sebepli en çok hasar ahşap, yığma kagir yapılar ve doğal taş duvar yapılarında oluşur. Birleşim noktalarındaki hasar, dikey taşıyıcı elemanlarının kapasitesini önemli ölçüde azaltabilmekte; bu durum da kısmi veya tam çökmeye neden olabilmektedir. FEMA ‘nın öngördüğü yaygın olan 5 tür plan düzensizliği vardır. Bunlar şöyledir; burulma, paralel olmayan sistemler, girintili köşeler, döşeme açıklıkları, kolon giriş kaçıklığı.

Burulma

Bu durum, yapıya etki eden yanal yük esnasında taşıyıcı sistem planının asimetrik oluşundan ötürü dikey bir eksen etrafında dönmesi diye açıklanabilir. Buna burulma(bükülme) denebilir. Genellikle köşeli yapıda olan binalarda meydana gelir.



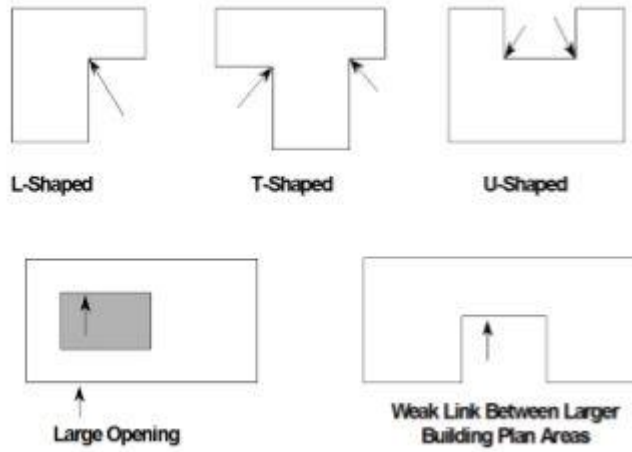
Şekil 11. Saklı duvarlar üzerinde iki kat üzerinde yer alan duvarlarda L-şekilli konfigürasyonlar

Paralel olmayan sistemler

Genel olarak sokak köşelerinde aksları 90 dereceden farklı olan üçgen planlı yapılarda görülen bir durumdur. Bu durum burulmaya bağlı hasar oluşumuna sebep verir.

Girintili Köşeler

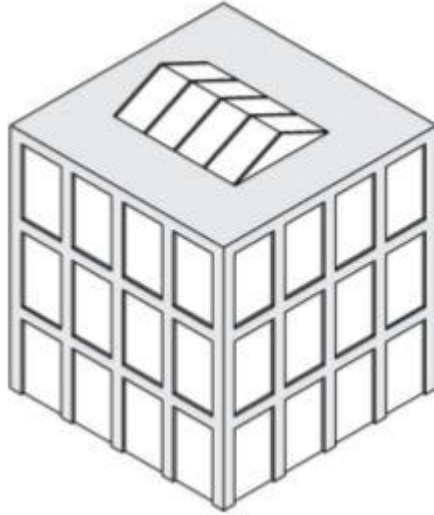
Geçişli köşeleri olan binalar arasında E, L, T, U veya + şeklinde dönüşler mevcutsa ve tüm yönlerdeki yapı uzantıları 12 metreden uzun ise burada plan düzensizliği ve buna bağlı oluşabilecek hasarlardan bahsedebiliriz (bakınız Şekil 10). Şekilde ok ile gösterilen noktalar gerilim noktalarıdır. Bu iç köşelerde hasarlar ve buna bağlı çökmeler meydana gelebilir. Ayrıca, bu binaların burulma ihtimali vardır. Mümkünse, gözlemci dönüş köşelerinde deprem derzinin olup olmadığını kontrol etmelidir. Derz olması durumunda iki ayrı yapı olarak kabul edilip, çekiçleme etkisi sorgulanır.



Şekil 12. Plan düzensizlikleri

Döşeme Açıklıkları

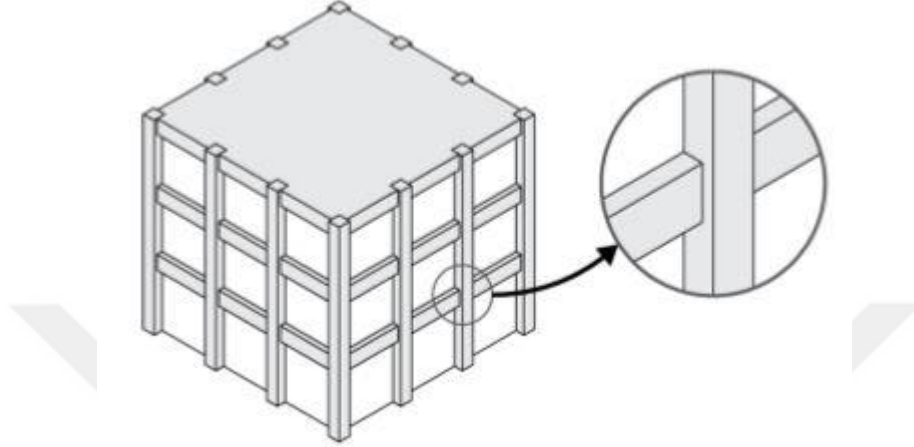
Bir binanın zemini ve çatısı, deprem yükünün düşey elemanlarına dağıtımında önemli bir role sahiptir. Zeminde veya çatıda büyük açıklıklar diyaframı zayıflatır ve deprem yükünün taşıyıcı elemanlara taşınmasını zorlaştırır. Genel bir kural olarak, Bir açıklık diyaframın % 50'sinden daha büyük olmamalıdır. bakınız Şekil 12) Bu tip açıklıklar mimari bir tasarım içindir.



Şekil 13. Büyük döşeme açıklıklarının şematik gösterimi

Kolon kiriş kaçıklığı

Bu durum, dış kirişlerin Şekil 12’ de gösterildiği gibi plandaki kolonlarla hizalanmadığında ortaya çıkar. Örneğin çevre kolonların çevre kirişlerinin dışında kaldığı betonarme binalar.



Şekil 14. Bir binanın çevre kolonlarının kirişlerden önde olması

2.3.3 Düşme tehlikesi bulunan cephe ve çatı elemanları

Bacalar, parapetler, kornişler, cephe kaplamaları, ek elemanlar ve ağır kaplama gibi yapısal olmayan eklentiler, binaya yeterince bağlı değilse, can güvenliği için tehlike oluşturabilir.

Yapı, depreme dayanıklılık açısından yeterli düzeyde olsa da düşme tehlikesi olan eklentileri ile yayalar için can ve mal güvenliği riski taşır. Yapı fotoğrafını Sismik performansın tanımlanmasına yardımcı olmak için veri toplama formunun düşme tehlikesindekiler bölümüne birkaç madde eklenmiştir

Sabitlenmemiş bacalar

Havalandırma ve şömine bacaları deprem sırasında aşağı düşme riski taşır.

Parapetler

Çatı kenarlarındaki beton ve tuğla parapetler bunun bir örneğidir.

Ağır kaplamalar

Bina cephelerinde kullanılan alüminyum kompozit kaplamalar bunun bir örneğidir.

Uzantılar

Yanlış veya güvensiz bağlanan bir bina uzantısı deprem sırasında düşebilir. Bu uzantılar, cepheye detay ve dekoratif görünüm katan kartonpiyer gibi mimari elemanlar içerebilir. Risk en çok, düşme tehlikesi bulunan büyük elemanlardadır.

Diğer

Gözlemci, yukarıdaki kategorilerin hiçbirine uymayan düşme riski olan bir tehlike fark edebilir. Bu durumda, “Diğer” kutucuğu işaretlenmeli ve gerektiğinde yanında ve yorumlar bölümünde ek ayrıntılar verilmelidir. Örneğin, dik duran bir su tankı, binanın çevresine yakın duran uzun ve ağır çatı ekipmanları ve bileşenleri “Düşme” tehlikesi olarak düşünülebilir.

Yukarıdaki yapısal olmayan düşme tehlikeleri varsa, uygun kutu (veya kutular) işaretlenmelidir. Yorumlar bölümüne ek detaylar yazılabilir. Düşme tehlikesinin fotoğrafının çekilmesi de önerilir. RVS yetkilisi daha sonra bu bilgileri bir azaltma denklemi geliştirmek için kullanabilir.

2.3.4 Hasar ve bozulma

RVS'deki puanlama sistemi, yapının sağlam malzemelerden inşa edildiği varsayılarak kurulmuştur. Yapısal elemanlarda bulunan hasarlar bir binanın beklenen performansı üzerinde önemli bir etkisi olabilir. Bu nedenle form doldurulurken hasarlar da not edilmeli.

Taşıyıcı elemanları hasarlı bir yapı tehlikeli bir sınıftadır. Bu yüzden 2. aşama değerlendirmede tekrar ele alınmalıdır.

Yapıdaki hasarların performansa olan etkisinin net olarak belirlenmesi zordur. Zira tüm hasar ve yapısal bozulmalar fark edilmeyebilir, dolayısıyla değerlendirilmeye alınamaz. Önceden oluşan hasarlar, hızlı görsel tarama sırasında gözlemlenemeyebilir.

Seviye 1 taraması için, araştırmacının hasar ve bozulmanın potansiyel etkilerini tam olarak değerlendirmek için yeterli zamanı olmayacaktır; Ancak, bu konu göz ardı edilmemeli, binanın taşıyıcı sistem hasarları ayrıca incelenmelidir.

FEMA Yapı Türünün Tanımlanması ve İlgili Temel Skorun Belirlenmesi

Deprem performansı iki temel faktöre bağlıdır; inşaat malzemesi (örn. Ahşap, beton) ve yapı taşıyıcı sistemi (çerçeve sistem, köşeli çerçeve sistem veya perde duvarlı). Bir bina sınıflandırma sistemi, benzer malzemeler ve sismik kuvvet dirençli sistemlere sahip binaların, bir binanın olası güçlü ve zayıf yönlerinin hızlı bir şekilde tespit edilmesini ve böylece binanın deprem sırasında beklenen performansının belirlenmesini kolaylaştırır. FEMA P-154 RVS prosedürü, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki inşaat malzemelerinin ve deprem kuvvetine dayanıklı sistemlerin en yaygın kombinasyonlarını “FEMA Yapı Türleri” olarak adlandırılan 17 türe ayırır. Her FEMA Yapı Tipinin her biri için kendi Temel Puanı vardır. Her bir depremsel bölgede her bir FEMA Yapı Tipinin beklenen performansının bir ölçüsünü sağlayan sismisite bölgesi

- Hafif ahşap çerçeve, birkaç kat yüksekliğe sahip, müstakil veya konut binaları (W1)
- 3.000 metrekareden (W1A) daha geniş ve her katta bağımsız bölümleri olan çok katlı yapılar
- Çelik konstrüksiyon yapılar (S1)
- Köşeli çelik çerçeve binalar (S2)
- Hafif çelik yapılar (S3)
- Dökme yerinde beton perde duvarlı çelik iskeletli binalar (S4) un
- Betonarme dolgu duvarlı çelik iskeletli binalar (S5)
- Betona dayanıklı çerçeve yapıları (C1)

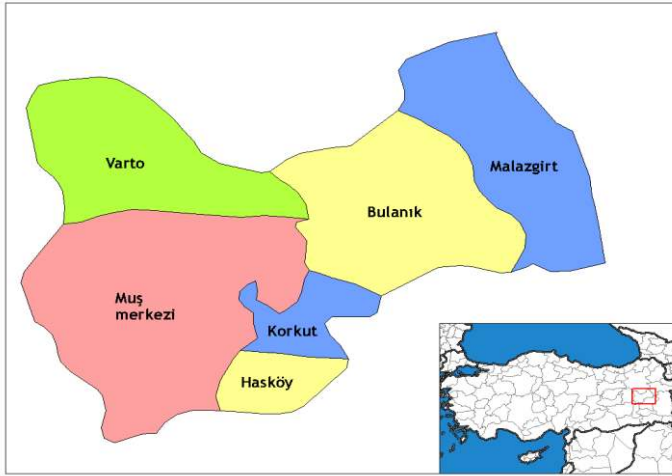
- Beton kesme duvarlı binalar (C2) un
- Gazbeton dolgu duvarlı betonarme yapılar (C3)
- Eğimli binalar (PC1)
- Prefabrik betonarme yapılar (PC2)
- Esnek zemin ve çatı diyaframlı betonarme yapılar (RM1)
- Sert zeminli ve çatı diyaframlı masif binaları (RM2)
- Betonarme yapı duvarları (URM)
- Üretilmiş gövde (MH)



3. MUŞ İLİ VE ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ

Depremsellik; jeolojik, tektonik ve istatistiksel verilere dayanmaktadır. Depremi gerçekleşme tarihi ve zamanı, merkez ve merkez üstü konumu, kaynak bilgileri ve yarattığı etkilerle ilgili makro sismik veriler, bir bölgenin deprem riskinin saptanmasındaki en önemli faktörlerdendir. Bir bölgenin depremsellik bilgisi sonraki depremlere dair tahmin sağlar. Bir yerleşim alanının,olası bir depremde göstereceği yapısal performans, hasar durumu ve buna bağılı olarak can kaybı, yaralanmalar ve mal kaybını saptamak amacı ile farklı bilimsel modeller üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Olasılığa dayalı sismik tehlike analizi, gelecek depremlerin konumu, oluş zamanı, büyüklüğü ve diğer özellikler olasılık hesaplarıyla belirlemektedir.

Muş, Doğu Anadolu Bölgesinde, 41°06'-41°47' doğu boylamları, 38°29'-39°29' kuzey enlemleri arasında yer alan, 8.196 km² lik yüzölçüme sahip vadiler arasında kurulmuş tarihi bir şehirdir. (Şekil 13).



Şekil 15. Muş ili ve yer bulduru haritası

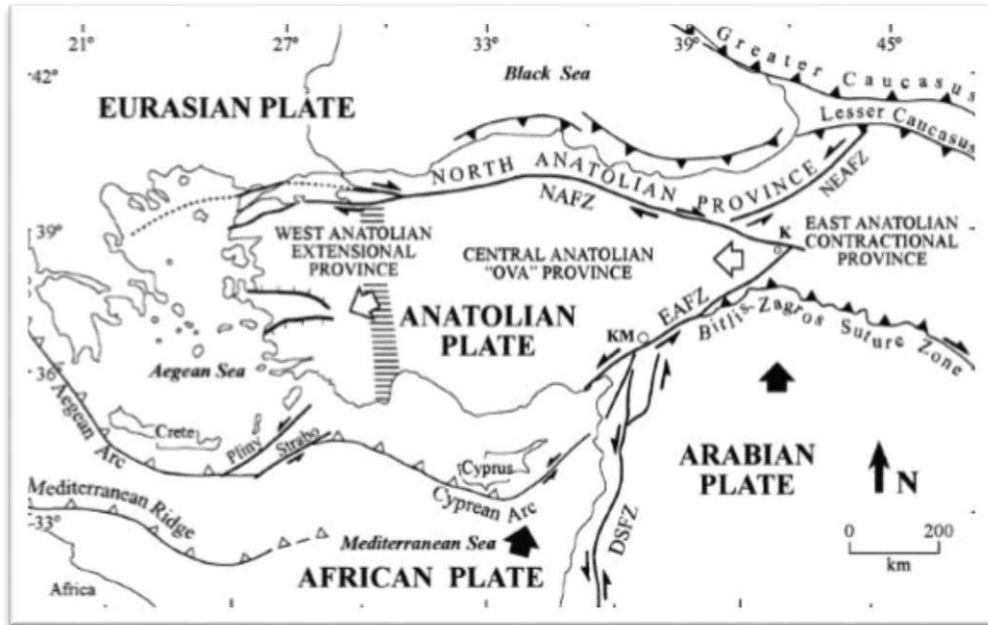
Kaynak: (IŞIK Ercan, 2016) [12]

3.1.1 Tektonik Yapı

Türkiye’de güncel depremhareketliliğin yoğun olarak yaşadığı bölgelerden biri de Doğu Anadolu Bölgesidir. Doğu Anadolu Bölgesinin genel tektonik yapısı ağırlıklı olarak Bitlis Bindirme Zonu olarak bilinen deformasyon zonu boyunca Arap

levhası ile Anadolu levhasının çarpışması ile oluşan kuzeye doğru hareketi gözlenerek okunmaktadır. (Şekil 2). Çarpışma Karlıova Üçlü Birleşim noktasında birleşen sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı ve sol yönlü Doğu Anadolu Fayı ile yönetilmektedir (Şekil 2). Bunun yanında Karlıova Üçlü birleşim noktasının doğusunda bu çarpışma nedeniyle genellikle KB-GD doğrultulu sağ yönlü, KD-GB doğrultulu sol yönlü faylar bölgenin etkili elemanlarıdır. D-B doğrultulu Muş – Van Gölü ve Pasinler rampa havzaları Doğu Anadolu Bölgesinin görülen diğer tektonik elemanlarıdır.

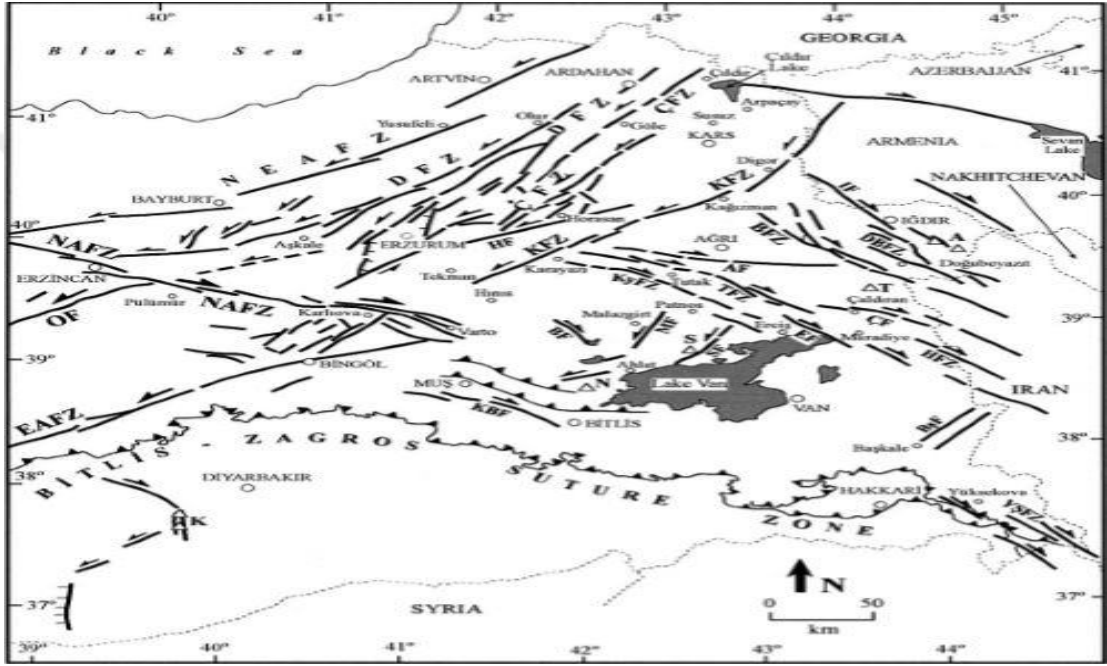
Doğu Anadolu bölgesi diri fay yoğunlunun en fazla olduğu bölgelerden biridir. Doğu Anadolu Fayı, Türkiye'nin doğusunda Karlıova ile İskenderun Körfezi arasında KD-GB doğrultusunda uzanan yaklaşık 550km'lik mesafeye sahip sol yanal doğrultu atımlı bir faydır (Şekil 2). Bitlis Bindirme Zonu, Türkiye'nin güneydoğusundan İran'daki Zagros dağlarına kadar uzanan, kıta-kıta ve kıta-okyanus çarpışma sınırı olarak tarif edilecek bir komplekstir. Karlıova üçlü birleşim noktasının doğusunda kalan K-G yönlü sıkışma tektonik rejimi ile özelliğini göstermektedir. (Şekil 16).



Şekil 16. Türkiye'nin önemli tektonik yapıları

Kaynak: (Bozkurt 2001) [18](DSFZ: Ölü Deniz Fay Zonu, EAFZ:Doğu Anadolu Fay Zonu, NAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu)

Kuzey ve Doğu Anadolu Fay zonlarına paralel sağ-sol yönlü doğrultu atımlı faylar bölgenin baskın tektonik unsurlarıdır. Bu tektonik unsurlardan bazıları Ağrı Fayı, Bulanık Fayı, Çaldıran Fayı, Erciş Fayı, Horasan Fayı, Iğdır Fayı, Malazgirt Fayı, Süphan Fayı, Balıkgölü Fay Zonu, Başkale Fayı, Çobandede Fayı, Dumluyay Fay Zonu, Hasan Timur Fay Zonu, Kavakbaşı Fayı, Kağızman Fay Zonu, Doğubeyazıt



Şekil 17. Muş ve civarının önemli tektonik yapıları

Kaynak: (Bozkurt, 2001) [18]

Fay Zonu, Karayazı Fayı, Tutak Fay Zonu, Yüksekova-Şemdinli Fay Zonu ve Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu'dur (Şekil 17). Bu faylar sismik olarak aktif durumda olup birçok depreme kaynak oluşturmaktadırlar.

Ayrıca Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı'nın birbirlerini ötelemeleri sonucu, bölgede KB-GD uzanımlı sağ ve KD-GB uzanımlı sol yanal doğrultu atımlı eşlenik kırık sistemleri meydana gelmiştir. Sancak-Uzunpınar Fayı, Bingöl-Karakoçan Fayı, Sudüğünü Fayı, Çevrimpınar Fayı, Kilisedere Fayı, Varto Fayı ve Genç Fayı'nın bulunduğu bu sistem geçmiş yıllarda olmuş depremler göz önüne alındığında büyük deprem üretme potansiyeline sahiptir (Haktanır, 2007)[20]

Bu faylar sismik olarak aktif durumda olup birçok depreme kaynak oluşturmaktadırlar.

3.1.2 Bölgeyi Etkileyen Önemli Fay ve Fay Toplulukları

3.1.2.1 Malazgirt Fayı

Değişik doğrultu ve boyutlu birkaç kırıktan oluşan Malazgirt Fayı sol yanal doğrultu atımlı fay özelliğine sahiptir (Şaroğlu vd, 1987; Dhont ve Chorowicz 2006). Genel doğrultusu KD-GB olup Malazgirt ilçesinin 8 km doğusunda yer alır ve toplam uzunluğu yaklaşık 20 km dir (Örgülü vd, 2003). Fay Süphan ve Cemalverdi yanardağları arasında yer almakta olup her iki yanardağdan türemiş lavları kesmektedir. Sismik olarak aktif durumda olan Malazgirt fayı (Bozkurt, 2001)[18] üzerinde 28.04.1903 ve 27.01.1907 tarihlerinde M: 6.3 büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir.

3.1.2.2 Muş Bindirmesi

Muş havzasının kuzey kenarında bulunan faylar genellikle D-B doğrultulu yüksek açılı bindirmelerden oluşmaktadır (Pearce vd, 1990; Örgülü vd, 2003; Karaoğlu vd, 2004) ve yaklaşık olarak 100 km uzunluğundadır. Van Gölü'nün batısında bulunan Muş bindirmesi güneydoğuya doğru devam etmekte olup olası bir depremde bölgedeki birçok yerleşim birimini etkileyeceği düşünülmektedir (Ulusoy vd, 2008). Bazı kaynaklarda Otluk Fayı olarak da geçmekte olup Muş havzasını kuzeyden sınırlayan fay sistemi olarak bilinir. Nemrut stratovolkanının batısında bulunan fay genel olarak kıvrımlı bir yapıda bulunmayıp hafifçe eğimli bir yapı özelliği gösterir ve sağ yanal atımlı doğrultulu fay özelliği taşımaktadır (Karaoğlu vd., 2005, Işık vd., 2012).

3.1.2.3 Varto Fay Zonu

Varto Fay Zonu üç segmentten oluşur. Bu fayın segmentleri kuzeyden güneye doğru, Varto, Leylekdağı ve Çayçatı segmenti olarak adlandırılmaktadır. Kuzeyde yer alan Varto segmenti, KB – GD yönlü bir hat şeklinde uzanan doğrultu atımlı sağ

yönlü bir faydır. Leylek Dağı segmenti ve Çayçatı segmenti ise bindirme bileşenli doğrultu atımlı sağ yönlü fay karakteri göstermektedir (Akyüz vd., 2010,Dölek2014).

3.1.2.4 Birinci Fay Zonu

Ketin (1977) ye göre yapılan çalışmada bölgedeki faylar 4'e ayrılmış ve bu fay Birinci Fay zonu olarak isimlendirilmiştir. İki kısımdan oluşan bu fay zonunun ilk kesimi Varto-Van gölü arasında bulunmaktadır. Birinci fay zonunun ikinci kesimi ise Van Gölü'nün kuzeydoğu ucundan başlamakta ve İran sınırına doğru uzanmaktadır. Van Gölü yakınındaki dere yatağının ve civardaki küçük dere yataklarının sağ yönlü olarak ötelenmiş olmaları bu fayların doğrultu atımlı ve sağ yönlü olduklarını kısmen göstermektedir (Kaynak 2007, Işık vd., 2012).

3.1.2.5 Karlıova Üçlü Birleşim Noktası ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) Bingöl Segmenti

Karlıova üçlü birleşim noktasının yakınında, Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı'nın periyodik olarak birbirlerini ötelemesi sonucu, KB-GD ve KD-GB doğrultulu kısa uzunluklarda sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı fay takımları gelişmiştir. Karlıova birleşim noktası ile Muradiye arasında kalan bölümde, Malazgirt'in doğusunda 20 km uzunlukta KD-GB doğrultulu sol yönlü Malazgirt Fayı ve Erciş ile Adilcevaz arasında uzanan 30 km uzunlukta sol yönlü Süphan Fayı yer almaktadır. Diğer taraftan KB-GD doğrultulu ve sağ yönlü 20 km uzunlukta Erciş Fayı ile Muradiye ilçesinin hemen yakın kuzeydoğusu ile İran sınırları arasında uzanan 45 km uzunlukta Hasan Timur Gölü fayları bulunmaktadır (Sezer 2008, Gülkan vd., 1993). Sezer (2008)'e göre sismik tehlike bakımından Karlıova (Bingöl) deprem yöresi, yüksek ivme gösteren yerler olarak bir sıralamaya tabi tutulacak olursa; Kuzey Anadolu Fay Zonu, Malazgirt Fay Zonu ve civarı 1'nci; Güneydoğu Bindirmesi ve Muş Bindirmesi 2'nci; Doğu Anadolu Fay Zonu 3'ncü dereceden sismik tehlikeye sahip alanlar olarak belirtilmiştir.

3.1.3 Coulomb Gerilme Değişimleri ile deprem öngörüsü

Fay düzlemleri üzerinde gelişen büyük depremler statik veya dinamik stres transferi aracılığıyla yakın alanlarda başka depremleri tetikleyebilmektedir ve literatürde bu tür faylar üzerinde gerçekleştirilmiş bir çok bilimsel çalışma bulunmaktadır (Harris ve ark., 1995; Caskey ve Wesnousky, 1997; Nostro ve ark., 1997; Harris ve Simpson, 1998; Gomborg ve ark., 2001). Bir depremin başka bir depremi tetikleyebilmesi için o bölgede en az 0.5 bar'lık bir gerilme artışı yeterli olmaktadır (King ve ark., 1994). Yöntem temel olarak, deprem üretmiş olan bir faya ait düzlemsel parametreler ve deprem parametreleri kullanılarak alıcı fay veya faylar üzerinde yarattığı gerilme değişimlerinin hesaplanmasına dayanmaktadır. Bir çok çalışmada doğrultu atımlı, eğim atımlı veya oblik atımlı gibi farklı fay türleri alıcı fay olarak değerlendirilerek hesaplamalar yapılmışken (Reasenbergh ve Simpson, 1992; King ve ark., 1994; Stein ve Lin, 2006), kompleks tektonizmaya sahip ve bir çok fay ve fay topluluklarının bulunduğu bölgelerde, alıcı fay konumundaki fayların düzlemsel parametrelerini tam anlamıyla belirlenememesinden dolayı alıcı fay veya faylar optimal olarak konumlanmış modellere göre belirlenmektedirler (Toda ve ark., 1998; Mallman ve Zoback, 2007; Xu ve ark., 2010).

Bu temel bilgiler ışığında, Toda ve ark 2011 yılında doğrultu atımlı fayların egemen olarak bulunduğu bu çalışma alanında deprem kaynaklı Coulomb gerilme değişimleri, bölgedeki optimal yönelimli doğrultu atımlı fay topluluklarının varsayımı esas alınarak matlab tabanlı Coulomb 3.3 yazılımı yardımıyla hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan fay düzlemi parametreleri çalışma alanında aletsel dönemde meydana gelmiş ve ulusal ve uluslararası çeşitli deprem merkezleri tarafından yapılan çözümlerden elde edilmiştir. Ayrıca hesaplamalarda, depremin büyüklüğü ile doğru orantılı olarak fay genişliği ve uzunluğu gibi parametreler de hesaplamalara katılmıştır. Bu fiziksel parametreler Wells ve Coppersmith (1994) tarafından geliştirilen ampirik bağıntılar kullanılarak hesaplanmıştır.

Muş ili depremselliğinin ele alındığı bu çalışmada, Muş il sınırları içerisinde kalan yerleşim alanlarını etkileyebilecek deprem senaryolarının geliştirilebilmesi amacıyla, bölgedeki güncel Coulomb Gerilme durumu, bölgede aletsel dönemde

meydana gelmiş orta ve büyük ölçekteki depremlerin faylanma mekanizmaları kullanılarak hesaplanmıştır. Bölgedeki aktif fayların çokluğu ve kompleks bir düzene sahip olması sebebiyle hesaplamalarda alıcı fay olarak optimal yönelimli fay toplulukları varsayımı yapılmıştır. Hesaplamalar Muş ili ve yakın civarını kapsayacak şekilde ve farklı derinlikleri de içine alacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bölgede aletsel dönemde meydana gelmiş ve odak mekanizmaları çeşitli merkezler ve araştırmacılar tarafından çözülmüş depremlere ait bilgiler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Coulomb gerilme değişimleri hesabında kullanılan deprem parametreleri

Enlem (°)	Boylam (°)	Derinlik	Doğrultu	Eğim	Sapma	Büyüklik	Oluş Tarihi
42.20	39.30	11	58	65	48	3,70	11.4.2015
40.90	38.50	6	176	47	177	3,30	22.2.2015
40.10	39.40	4	196	85	-31	4,10	9.2.2015
40.10	39.40	6	199	80	-27	3,60	9.2.2015
40.70	38.60	8	141	55	56	3,80	16.3.2014
41.60	39.70	7	293	74	157	3,90	17.9.2013
41.30	39.00	6	33	83	-37	5,10	17.9.2013
41.40	39.00	6	102	69	148	4,60	16.9.2013
40.00	39.30	22	165	87	175	4,10	18.11.2012
40.70	38.50	10	235	61	77	4,20	28.4.2012
42.30	39.20	20	272	62	-132	5,00	26.3.2012
43.00	38.70	4	101	61	85	5,20	14.11.2011
40.70	39.40	6	310	46	-83	4,20	8.10.2011
42.30	39.00	5	60	75	-15	4,50	22.2.2011
40.10	38.80	12	231	67	-2	6,10	8.3.2010
41.00	39.30	12	149	68	-24	5,10	25.8.2007
42.30	38.80	8	306	74	48	4,10	5.5.2007
40.10	38.80	6	313	53	134	4,70	26.1.2007
40.70	39.40	12	124	89	168	4,70	1.11.2006
40.80	39.40	4	293	84	22	4,10	21.7.2006
40.90	39.30	6	213	50	-125	4,90	2.7.2006
40.20	39.20	8	44	80	46	4,50	3.6.2006
40.46	39.00	10	336	80	-178	5,70	1.5.2003
41.07	39.31	10	95	70	170	4,80	13.4.1998
40.52	38.85	10	231	82	3	5,90	22.5.1971
40.98	39.42	10	100	90	177	5,30	20.8.1966
41.56	39.17	10	100	65	130	5,80	19.8.1966
41.60	39.20	10	95	65	125	5,20	7.3.1966

Kaynak: (Işık Ercan, 2012) [11]

Özellikle Varto fayının bulunduğu kesimde 14 km derinliğe kadar belirgin bir gerilme artışı görülürken bu derinlikten sonra bölgedeki gerilmelerin düştüğü gözlenmiştir. Dolayısıyla bu bölgedeki gerilme artışı yaklaşık 14 km'ye kadar muhtemel deprem tehlikesinin varlığını göstermektedir. Özellikle sık kesimlerde Varto Fay Zonundaki depremlerin Muş bindirmesi olarak adlandırılan düşük açılı fayın batı ucunda gerilme artışına sebebiyet verdiği gözlenmektedir. Bu bölgedeki gerilme artışı bu bindirmeli fay üzerinde sık kesimlerde deprem hareketine neden olabileceği söylenebilmektedir. Çalışma alanında göze çarpan diğer bir gerilme artışı bölgesi, alanın batısında bulunan Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) Karlıova-Bingöl Segmentidir. Bölgede geçmişten bu yana önemli ve büyük depremler meydana gelmiş olmasına rağmen, bu depremlerin bölgedeki diğer fay veya fay topluluklarına olan etkisini ele alan bir çalışma bulunmamaktadır. Bölgede meydana gelen depremler önemli ölçüde gerilme değişimine neden olmaktadır. Hesaplanan her derinlik için önemli ölçüde gerilme artışının gözlemlendiği bölgede, potansiyel büyük ölçekli depremlerin Muş yerleşimi için büyük tehlike arz ettiği söylenebilmektedir. Bu bölge, yüzeyden yaklaşık 22 km derinliğe kadar olan kısımdaki kümülatif gerilmeler ve geçmiş büyük magnitüdlü depremlerin varlığı dikkate alındığında, çalışma alanında muhtemel deprem potansiyeli açısından en riskli alanı oluşturmaktadır.

Diğer yandan, çalışma alanında Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) birleşme bölgesi olan Karlıova üçlü birleşim noktasında, özellikle yaklaşık 6- 14 km derinlikler arasında gerilme artışı görülmüştür. Bu bölgenin kompleks faylanma mekanizması bölgedeki gerilme artışıyla direk olarak ilişkilendirilmemesi gerekmektedir. Bölgede farklı karakterde birçok fay ve fay topluluklarının bulunması sebebiyle bu bölgede depremlerin her zaman büyük bir risk teşkil ettiği aşîkârdır. Dolayısıyla bu bölge gerilme değişimleri ile birlikte birçok deprem parametresinin dikkate alınarak daha detaylı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

3.1.4 Bölgede yaşanan geçmiş depremler

3.1.4.1 Tarihsel Dönem Deprem Aktivitesi

Muş ve yakın çevresinde bulunduğu karmaşık tektonik yapı nedeniyle tarihsel dönemde meydana gelmiş ve izleri günümüze kadar ulaşmış birçok depremden literatürde farklı çalışmalarda bahsedilmektedir. Bu depremlere ait bilgilere sadece anlatılan hikayelerden, tarihi yapılar üzerindeki araştırmalardan ve bu depremlerin yeryüzünde bıraktığı izlerden ulaşılmıştır. Şüphesiz ki bu denli aktif bir tektonizmaya sahip çalışma alanında başka tarihsel depremlerin de yaşanmış olduğu gerçeği unutulmamalıdır. Tablo 9’de 20.YY öncesi meydana gelen depremler yer almaktadır.

Tablo 9. 20.YY öncesi meydana gelen depremler

No	Tarih	Enlem (o)	Boylam(o)	Bölge	M	I
1	1012	39.10	42.50	Malazgirt		VII
2	1208	38.70	42.50	Ahlat-Van-Bitlis-Muş		
3	1245	38.74	42.50	Ahlat - Bitlis- Van - Muş		VIII
4	1276	38.90	42.50	Bitlis- Ahlat -Erciş – Van		VIII
5	1282	38.90	42.90	Ahlat – Erçiş		VII
6	1345	39.10	42.50	Malazgirt		VIII
7	1363	38.70	41.50	Muş ve civarı		IX
8	1439	38.50	42.10	Nemrut-Van-Bitlis-Muş		VI
9	1441	38.35	42.10	Nemrut-Van-Bitlis-Muş		VIII
10	1582	38.35	42.10	Bitlis ve civarı		VIII
11	1646	38.50	43.40	Van ve civarı		VII
12	1647	39.15	44.00	Van - Muş -Bitlis		IX
13	1696	39.10	43.70	Çaldıran - Bitlis	6,8	X
14	1715	38.70	43.50	Van - Erçiş	6,6	VIII
15	1859	39.90	41.30	Erzurum		IX
16	1869	38.40	42.10	Bitlis ve civarı		VII
17	1871	38.50	43.40	Van -Nemrut	5,5	VII
18	1875	39.90	41.30	Erzurum		X
19	30.05.1881	38.50	43.40	Van – Bitlis- Muş	7,3	IX
20	1891	38.80	42.50	Malazgirt- Adilcevaz-Bitlis	5,5	VIII
21	1892	39.10	42.50	Malazgirt - Muş		VII
22	1895	39.10	42.50	Malazgirt		VIII

Kaynak: (Işık Ercan, 2012) [11]

Tablo 10. 20.YY öncesi meydana gelen depremler

Milad	Yıl	Kaynak	Enlem	Boylam	Yer	Siddet	Açıklama
M.S	1363	A1	39.000 0	42.000	Muşveyösi	VIII	Pek çok ölü
M.S	1439	B3	0.00	0.00	Van, Bitlis, Muş	VI	Nemrut Dağı'nın volkanik etkisi ile deprem
M.S	441	A1	38.000 0	42.0000	Van, Bitlis, Muş	VIII	I=X(20), 30.000 ölü(8,2), Nemrut Dağı'nın volkanik etkinliğiyle birlikte(2,21)
M.S	1881	A2	39.000 0	43.000	Van, Bitlis, Muş	IX	I=x(20), M=7.3(20), Van da 400 ev yıkıldı. Bu deprem 40,20,8 nolu kaynaklarda 30.05-07.06 tarihli iki deprem olarak veriliyor
M.S	1647	A1	39.000 0	44.000	Van, Tebriz, Muş, Bitlis	IX	

Kaynak: (Işık Ercan, 2012) [11]

3.1.4.2 Aletsel Dönem Deprem Aktivitesi

Aletsel dönemde de Muş ve civarında bölgeyi etkilemiş önemli depremlerin sayısı oldukça fazladır. Muş ve civarında önemli hasarlara sebep olmuş depremlerin bir kısmı Tablo 2’de sunulmuştur.

Türkiye’de deprem ağının genişletilmesi ve depremlerin daha yüksek çözünürlükte kaydedilmesi çalışmaları 1992 Erzincan depremi ile hız kazanmıştır (Kalafat ve ark., 2005) Dolayısıyla bu tarihten sonra gerçekleşen depremlere ait

buradaki tekil faylar oblik faylanma ile karakterize edilebilir. Karlıova üçlü birleşim noktasının DAFZ kolunda bulunan Bingöl segmenti literatürdeki birçok gözlemsel çalışmada da belirtildiği gibi doğrultu atımlı bir hareket sergilemektedir. Karlıova üçlü birleşim noktası, kaynak parametreleri açısından yakından incelendiğinde bölgenin en karmaşık tektonik oluşumu olduğu göze çarpmaktadır. Farklı karaktere sahip birçok faydan oluşan bu bölge ülkemiz açısından da en önemli tektonik oluşumlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 6). Çalışma alanındaki aletsel dönem deprem etkinliği incelendiğinde bölgede meydana gelen depremlerin büyük çoğunluğunun 2.7- 3.3 büyüklükleri arasında değiştiği gözlenmektedir. Bu depremlerin büyük çoğunluğunun yaklaşık 2000 yılından sonra gerçekleştiği göz önüne alındığında bölgedeki yoğun sismik aktivitenin, günümüzde devam ettiği ve gelecekte devam edeceğinin bir göstergesi olduğu söylenebilmektedir (Şekil 8).

Tablo 11. Muş ve çevresinde aletsel dönemde oluşmuş önemli depremler

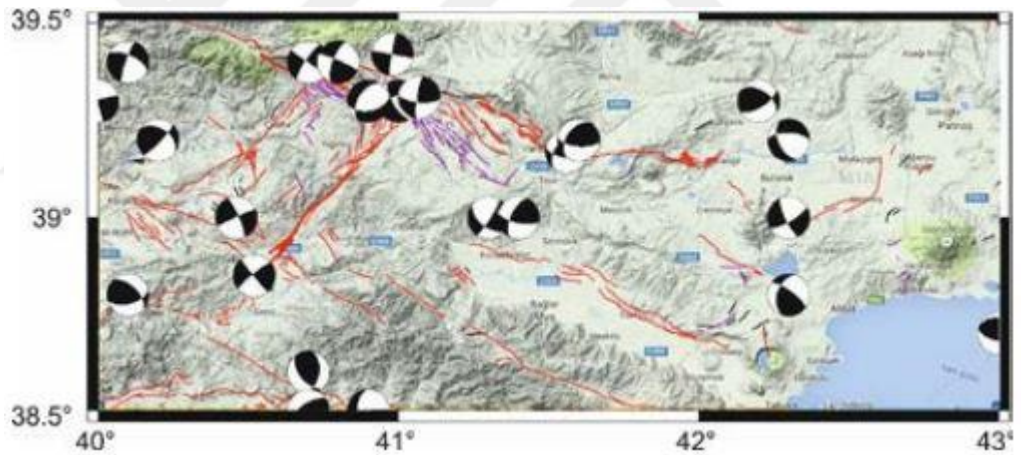
No	Tarih	Bölge	M
1	1903	Malazgirt(Muş)	6.7
2	1924	Erzurum-Horasan	6.8
3	1941	Erçiş-Van	5.9
4	1946	Varto - Hınıs	5.9
5	1949	Karlıova-Bingöl	6.7
6	1950	Varto	5.2
7	1959	Varto - Hınıs	5.3
8	1966	Varto	6.9
9	1971	Bingöl	6.8
10	1975	Lice	6.6
11	1976	Muradiye -Çaldıran	7.5
12	1982	Bulanık	5.2
13	1983	Erzurum	6.9
14	2003	Bingöl	6.4

Kaynak: (Işık Ercan, 2012) [11]

Tablo 12. Başlıca depremlerin can kaybı bilgileri

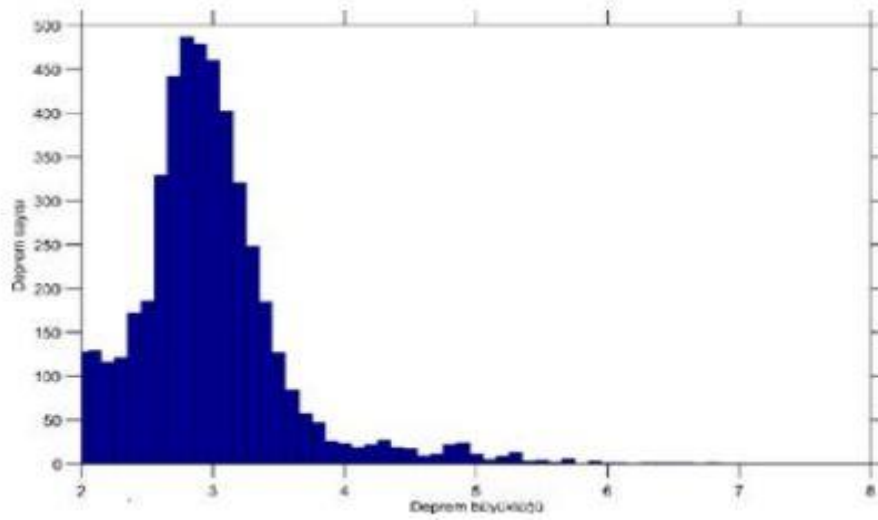
TARİH	Saat(T.S.)	YER	ŞİDDET	MAG(Ms)	CANKAYBI
31.5.1946	05:12	Varto-Hınıs (MUŞ)	VIII	5.9	839
7.3.1966	03:16	Varto-Hınıs (MUŞ)	VIII	5.6	14
19.8.1966	14:22	Varto (MUŞ)	IX	6.9	2396
29.4.1903	01:46	Malazgirt (MUŞ)	IX	6.7	600

Kaynak: (Işık Ercan, 2012) [11]



Şekil 19. Çalışma alanındaki diri faylar ve bu faylar üzerinde meydana gelmiş büyük depremlere ait odak mekanizmaları

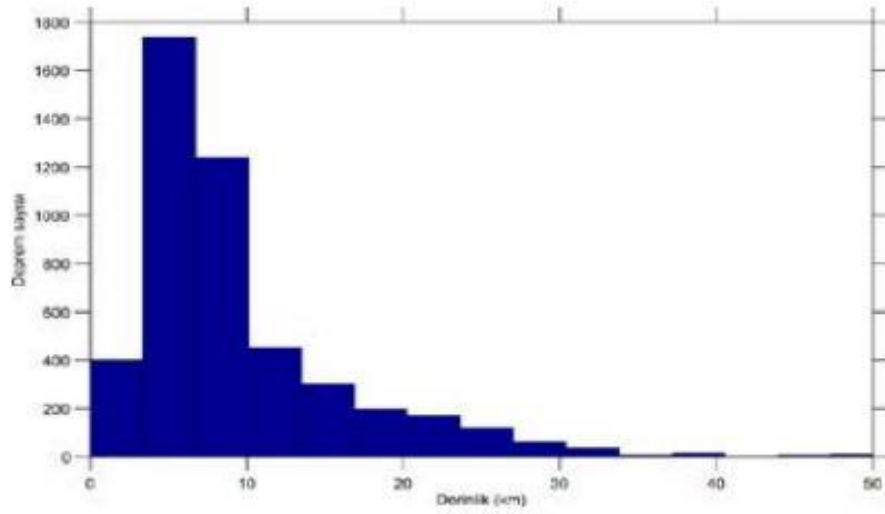
Kaynak: (Işık Ercan, 2012) [11]



Şekil 20. Çalışma alanı ve yakın civarında meydana gelen farklı büyüklüklere ait deprem sayıları

Kaynak: (Işık Ercan, 2012) [11]

Bölgedeki depremler incelendiğinde sığ derinlikler dikkat çekmektedir. Özellikle depremlerin büyük çoğunluğunun yaklaşık 5-10 km civarında olması bu bölgedeki etkin sismojenik zonun bu derinlik aralıklarında olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca bölgedeki depremlerin yaklaşık %75'lik kısmının sığ derinliklerde meydana gelmiş olması bu depremlerin yeryüzünde yarattığı hasar etkisi açısından da önemli bir veri olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 21).



Şekil 21. Çalışma Alanı ve civarında gerçekleşmiş farklı derinliklere ait deprem sayıları.

Kaynak: (Işık Ercan, 2012) [11]

3.1.4.3 Son bir yılda kaydedilen depremler

Son 1 yıl içerisinde Muş ili ve çevresinde kaydedilen başlıca depremler;

AKKONAK-(MUS)

Göçmenler Mahallesi, Muş Merkez şehri, Aligedik Köyü ilçesi sınırları üzerinde, 10.07.2017 02:01 tarihinde, 2.2 şiddetinde, 8.3 derinliğinde ve İlkse nitelikte deprem oluşmuştur.

İLİCA-(MUS)

Balcılar Mahallesi, Muş Merkez şehri, İnardı Köyü ilçesi sınırları üzerinde, 06.07.2017 08:20 tarihinde, 3.2 şiddetinde, 5 derinliğinde ve İlkse nitelikte deprem oluşmuştur.

YESİLOVA-(MUS)

Şenoba Köyü, Muş şehri, Muş Merkez ilçesi sınırları üzerinde, 26.06.2017 20:45 tarihinde, 2.7 şiddetinde, 5.3 derinliğinde ve İlkse nitelikte deprem oluşmuştur.

ERALANI-(MUS)

Eralanı Köyü, Muş şehri, Muş Merkez ilçesi sınırları üzerinde, 25.06.2017 07:59 tarihinde, 2.9 şiddetinde, 5.6 derinliğinde ve REVIZE01 (nitelikte deprem oluşmuştur.

MERKEZ-MUS

Kurtuluş mezraa Mahallesi, Muş Merkez şehri, Özdilek Köyü ilçesi sınırları üzerinde, 25.06.2017 07:59 tarihinde, 3 şiddetinde, 10 derinliğinde ve İlksel nitelikte deprem oluşmuştur.

AYDOĞAN-(MUS)

Dereyurt Köyü, Muş şehri, Muş Merkez ilçesi sınırları üzerinde, 12.03.2017 02:09 tarihinde, 2.2 şiddetinde, 5 derinliğinde ve İlksel nitelikte deprem oluşmuştur.

GUNDOĞAN-(MUS)

Gündoğan Köyü, Muş şehri, Muş Merkez ilçesi sınırları üzerinde, 09.03.2017 00:39 tarihinde, 1.7 şiddetinde, 19.7 derinliğinde ve İlksel nitelikte deprem oluşmuştur.

**Tablo 13. Muş İli Çevresinde Gerçekleşen Son Depremlerin Yerleri
Büyüklikleri (AFAD)**

Deprem Tarih ve Saati	Büyüklik	Derinlik	Deprem Yeri
27 Eylül 2017; 01:02:30	1.8 ML	7.01 KM	Mus Malazgirt
10 Eylül 2017; 15:04:42	2.5 ML	15.94KM	Mus Bulanık
29Ağustos2017; 13:06:53	2 ML	6.72 KM	Mus Korkut
29Ağustos2017; 01:30:18	2.1 ML	6.98 KM	Mus Bulanık
28Ağustos2017; 18:45:13	1.9 ML	7.00 KM	Mus Korkut
26Ağustos2017; 21:12:57	1.2 ML	7.00 KM	Mus Korkut
17Ağustos2017; 21:49:19	3.1 ML	7.02 KM	Mus Bulanık
16Ağustos2017; 03:13:00	1.1 ML	7.00 KM	Mus Merkez
16Ağustos2017; 02:59:18	1.8 ML	7.00 KM	Mus Bulanık
14Ağustos2017; 05:18:47	1 ML	6.94 KM	Mus Bulanık
13Ağustos2017; 20:03:35	1.3 ML	8.20 KM	Mus Varto
05Ağustos2017; 05:26:48	1.9 ML	7.01 KM	Mus Merkez
04Ağustos2017; 07:19:48	2.1 ML	7.00 KM	Mus Bulanık
01Ağustos2017; 03:03:35	1.9 ML	7.58 KM	Mus Varto
21Temmuz2017;03:20:49	1.6 ML	7.00 KM	MusMalazgirt
15Temmuz2017;05:05:43	1.4 ML	7.00 KM	Mus Bulanık
12Temmuz2017;17:45:32	2.9 ML	6.97 KM	Mus Merkez
10Temmuz2017;02:01:45	2 ML	6.80 KM	Mus Merkez
06Temmuz2017;08:20:52	3.2 ML	6.96 KM	Mus Merkez
04Temmuz2017;08:57:56	1.7 ML	7.00 KM	Mus Bulanık

Kaynak: (Işık Ercan, 2012) [11]

Muş ili çevresinde ölçülebilen büyüklüğü 4 ve üzerinde olan depremlerin olduğu yerler, büyüklük ve derinlik bilgileri ile aşağıda verilmektedir. Deprem büyüklüğü 5 ve üzeri olanlar bina yıkılmasına sebep olabilir ve deprem şiddeti 6 ve üzerinde olanlar can kaybına sebebiyet verebilir.

Tablo 14. Muş ili çevresinde ölçülebilen büyüklüğü 4 ve üzerinde olan depremlerin oluştuğu yerler, büyüklük ve derinlik bilgileri

Deprem Tarih ve Saati	Büyüklük	Derinlik	Deprem Yeri
18 Eylül 2013; 02:14:28	4 Ml	21.97 KM	MUS VARTO
17 Eylül 2013; 23:40:50	4.9 Mw	19.01 KM	MUS MERKEZ
16 Eylül 2013; 13:31:39	4.5 Ml	19.46 KM	MUS MERKEZ
26 Mart 2012; 13:35:33	5 Ml	16.96 KM	MUS BULANIK
17 Kasım 2011; 05:37:18	4.4 Ml	19.61 KM	MUS VARTO
23 Ekim 2011; 20:08:36	4 Ml	11.50 KM	MUS BULANIK
22 Şubat 2011; 21:15:52	4.4 Ml	4.25 KM	MUS BULANIK
22 Şubat 2011; 12:16:06	4.2 Ml	27.40 KM	MUS BULANIK
22 Şubat 2011; 12:11:44	4.5 Ml	18.10 KM	MUS BULANIK
22 Şubat 2011; 12:08:16	4.3 Ml	7.47 KM	MUS BULANIK
22 Şubat 2011; 09:36:48	4.2 Ml	9.96 KM	MUS BULANIK
11 Mart 2009; 20:26:04	4.3 Ml	30.65 KM	MUS VARTO
21 Haziran 2008; 06:58:34	4.4 Ml	14.42 KM	MUS MERKEZ
15 Kasım 2007; 07:11:11	4 Ml	4.02 KM	MUS BULANIK
03 Temmuz 1995; 03:34:17	4.4 Md	31.00 KM	MUS MERKEZ
14 Temmuz 1992; 07:26:34	5 Md	31.00 KM	MUS BULANIK
01 Ocak 1991; 05:14:41	4 Md	8.00 KM	MUS VARTO
01 Ocak 1991; 05:14:41	4 Md	8.00 KM	MUS VARTO

Kaynak: (Işık Ercan, 2012) [11]

Deprem Derinlik bilgisi depremin kaç km yer altında gerçekleştiğini belirtir. Deprem verileri Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) Deprem Dairesi Başkanlığı'ndan alınmaktadır.

3.1.5 Konuyla ilgili güncel haberler ve Uzman görüşleri

Uzmanlar: Fay Hatları Gerildi, Muş'ta Yeni Depremler Kaçınılmaz

Varto'da yaşanan depremler Muş'taki hatlarda gerilime neden olduğu için deprem konusunda çalışmalar yürüten uzmanlar, Muş'ta yeni depremlerin kaçınılmaz olduğunu söylüyor.

Muş Alparslan Üniversitesi Afet Araştırma Uygulama ve Yönetim Merkezi yetkililerinden Yrd. Doç. Dr. İskender Dölek, "Büyük depremler üreten Bingöl-Karlıova bindirme zonunda gerilim had safhaya ulaşmış düzeyde. Burada meydana gelebilecek bir deprem Varto fayzonunu tetikleyebilecek, Varto fayzonunda meydana gelen depremlerinde Muş bindirme zonunda yeni depremler oluşturmaya kaçınılmaz." dedi.

Yrd. Doç. Dr. İskender Dölek, Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı (DAKA) tarafından desteklenen Kalkınma Yolunda Doğal Afetler adlı projenin tamamlandığını, Muş için doğal tehlike kaynağı oluşturacak deprem, sel, kütle hareketleri ve kuraklık bakımından önemli verilere ulaştıklarını belirtti.

Bu proje ile bir başlangıç yaptıklarını ifade eden Dölek, depremle ilgili ilginç bilgiler elde ettiklerini kaydetti. Yrd. Doç. Dr. Dölek, elde edilen verilerin kitap haline getirilip ilgili kurum kuruluş ve halkla basın yoluyla paylaşılacağını belirterek şöyle konuştu:

"Proje verileriyle elde edilen sonuçlar içerisinde ilginç olan şeylerden biri depremle ilgili elde edilen sonuçlardır. Türkiye'de afet dendiği zaman akla gelen ilk şeylerden biri deprem. Muş, 1966'da Varto depremini yaşadığından sonra uzun bir süre bu büyüklükte bir başka deprem yaşamadı."

Yrd. Doç. Dr. Dölek, Bitlis Eren Üniversitesinden Alper Demirci ve Yunus Levent Ekinci'nin katkılarıyla Muş ve çevresini kapsayacak şekilde deprem ve deprem tehlikesi üzerinde çalışıldığını kaydetti.

İskender Dölek, 22 kilometreye kadar ulaşan derinliklerde meydana gelmiş depremder incelendiğı zaman bazı önemli verilere ve bulgulara ulaşıldığını belirterek şunları söyledi:

"Farklı derinlikleri kapsayan deprem tehlikeleri irdelendiğı zaman her derinlikte Muş ve çevresini artan bir sıkışma rejimi ve fay hatlarında bir gerilimin olduğı ortaya çıktı. Aslında Muş'ta var olan bir deprem tehlikesinin süre ve süreç olarak yaklaştığını gösteren özelliklerden biri olarak değerlendirilebilir. Burada özellikle Varto fayzonunda meydana gelen depremlerle birlikte hemen arkamızda Muş bindirmez zonunda artan bir gerilim dikkati çekiyor. Muş ilini etkileyebilecek en önemli fay hatlarından biri ama özellikle şunu vurgulamak lazım; büyük depremler üreten Bingöl-Karlıova bindirme zonunda gerilim had safhaya ulaşmış düzeyde. Burada meydana gelebilecek bir deprem Varto fayzonunu tetikleyebilecek, Varto fayzonunda meydana gelen depremlerinde Muş bindirme zonunda yeni depremler oluşturması kaçınılmaz."

Bölgenin kalkınmışlık düzeyine göre 5.5 büyüklüğündeki bir depremin büyük hasara neden olabileceğinin altını çizen Yrd. Doç. Dr. Dölek, "Ama büyük depremleri oluşturabilecek bir yapı düşünüldüğünde bölgenin kalkınmışlık düzeyi göz önüne alındığında 5.5 civarındaki depremler, bölgede hasar meydana getirilmesi kaçınılmazdır. Şimdi bunlar DAKA'nın desteklediğı projelerle elde edilen veridir." dedi.

Depremin gelmesini oturup beklemek yerine en azından elde edilen verilerle birlikte depreme hazırlık babında il ve il geneli ile ilçe ve kırsalı kapsayacak şekilde çalışma yapılması gerektiğini anlatan İskender Dölek, sözlerini şöyle tamamladı:

"İnsanlar en azından deprem anında, deprem sonrasında neler yapılması gerektiğı konusunda bilinçlendirilebilir. İlin yapı stoğı çıkartılabilir, bu genişletilerek kırsala kadar yaygınlaştırılabilir. Zemin etütleri sıklaştırılabilir. En azından bu şekilde depreme hazırlık sağlanmış olur. Bir genel katılımıla birlikte ilde depremle alakalı hazırlık arttırıldığı zaman olası büyük bir Muş depreminde meydana gelebilecek zarar en aza indirilmiş olur."

4. HASTANELER

4.1 Muş İli ve İlçeleri Devlet Hastaneleri kimlik bilgileri

4.1.1 Muş Devlet Hastanesi(300 yataklı)

Adres – 2010: Saray Mahallesi, Tekel Depoları Yanı , Bitlis Yolu Üzeri,
49200 Merkez/Muş Merkez/Muş

Telefon : (0436) 212 06 70 – 71 – 72 – 73

Web Sitesi : <http://musdh.gov.tr>

Koordinat : 38.743524 / 41.519118

Konum : <https://goo.gl/maps/TfamGykxEkH2>



Şekil 22. Muş Devlet Hastanesi

4.1.2 Muş Varto Devlet Hastanesi(50)

Adres – 2010 : Muş Yolu Toki Evleri Gümgüm Mahallesi, Erzurum Yolu
Çaylar Cad., 49600 Varto/Muş

Telefon: 04367112013

Faks: 04367112734

Web Sitesi: <http://vartodh.gov.tr>

Koordinat: 39.169905 / 41.454939

Konum : <https://goo.gl/maps/kenzgG2EvSt>



Şekil 23. Varto Devlet Hastanesi

4.1.3 Bulanık Devlet Hastanesi(100)

Adres2010 : Yeni Mahallesi, Suat İshakoğlu Cad., 49530 Bulanık/Muş

Telefon : 0436 311 2014

WebSitesi:<http://bulanikdh.gov.tr/>

Koordinat:39.096248/42.267909

Konum:<https://goo.gl/maps/WFt9XxwqCYp>



Şekil 24. Bulanık Devlet Hastanesi

4.1.4 Malazgirt Devlet Hastanesi(50)

Adres – 2012 : Terminal Yanı (Otogar) , Selçuklu Mahallesi

Telefon: 0436 511 23 96

Faks: 0436 511 52 17

E-Posta: musdhs3@saglik.gov.tr

Web Sitesi: <http://malazgirdh.gov.tr>

Koordinat: 39.152841 / 42.550664

Konum : <https://goo.gl/maps/3ti8GYE4GPx>



Şekil 25. Malazgirt Devlet Hastanesi

4.1.5 Korkut İlçe Devlet Hastanesi(20)

Adres: Bahçeli Evler Mah. Bankalar Cd.

Telefon: (0436) 611 60 07

Web Sitesi: <http://korkutdh.gov.tr>

Koordinat: 38.733128 / 41.772446

Konum: <https://goo.gl/maps/ZxPZbokipoK2>

Hastane ile ilgili genel bilgiler;

Yapım yılı: 2005

Koordinatları: 38.733128 / 41.772446

Kat adedi: Bodrum + zemin + 1.kat

Giriş kat yüksekliği: 4 m

Taşıyıcı sistem tipi: Perde-çerçeve sistemler (karma sistemler)



Şekil 26. Korkut Devlet Hastanesi

4.1.6 Hasköy Devlet Hastanesi(50)

Adres:Kültür Mah.Hasköy Merkez

Telefon: 0 436 411 24 90

Faks: 0436 411 24 90

E-Posta: haskoy_devlet@saglik.gov.tr

WebSitesi:<http://haskoydh.gov.tr/>

Koordinat: 38.680085 / 41.686218

<https://goo.gl/maps/3LrM48EuFKz>



Şekil 27. Hasköy Devlet Hastanesi

4.2 Muş ili ve ilçeleri zemin bilgileri

4.2.1 Jeoloji ve Tektonik

4.2.1.1 Genel Jeoloji

Şehrin güneyindeki tepeler paleozoik yaşlı kristalin şist ve kireçtaşlarından oluşmuştur. Kale mahallesi bu şistler üzerinde bulunmakta olup birimler yer yer kırılğan, döküntülü yer yer ise iyi çimentolanmış, masif bir görünüm sunarlar. Bu birimler gözenekli, kırmızı, yeşil, siyah, kahve renkli gibi değişik bir renk dokusu meydana getirirler.

Şehir genellikle, yamaç molozu, dere ve sel konileri üzerindedir. Kuzeyinde uzanan Muş ovası killi, kumlu nehir birikintilerinden ibarettir.(Tabban, A.)

Muş ovası jeolojik oluşum itibarıyla güneyinde ve kuzeyinde bulunan doğu – batı doğrultulu ters faylar sonucu oluşmuş olup ovada geniş bir düzlük meydana getiren ve güncel alüvyon olarak literatürlerde adını alan killi kumlu nehir birikintileri gevşek tutturulmuş ve/veya tutturulmamış kahve renkli, ince orta taneli, oldukça kalın bir seriden meydana gelen birimlerden oluşur.

Muş bölgesinde Paleozoik yaşlı kristalin şist ve kireçtaşlarından oluşan formasyonu ile güncel alüvyon ilişkisi şehrin kuzeyinde geniş bir alanda görülür.

İnceleme alanında hakim Litoloji, Nehir birikintileri kökenli killi, kumlu birimlerdir.

4.2.1.2 Tektonik

Bölge , Alp orojenik ve ondan sonraki tektonik hareketlerle kraton bir kütle olarak katıldığı için bu hareketlerle saha kırılmış ve parçalanmıştır. Bu nedenle de çeşitli kırık sistemleri oluşturmuştur. Bunlardan biri Doğu Anadolu Fay hattının bir parçası olup Bitlis kütesinin kuzey eteklerini sınırlayan Van Gölünün doğusunda başlayıp Muş ovasının içine kadar uzanan doğu – batı doğrultulu güncel tektonik

harekerlerle, halen diriliğini korumaktadır. Bölgede kuzey – güney doğrultulu litolojileri dikine kesen kırık hatları da mevcuttur.

Ayrıca Muş bölgesi, civar tektonik merkezlerin de tesiri altındadır.

4.2.2 Yeraltısuyu Durumu

Muş bölgesinde yüzeyleyen paleozoik yaşlı kristalin şist ve kireçtaşlarından oluşan formasyon ile Muş ovasının tabanını oluşturan güncel alüvyonlar olarak tanımlanan iki ayrı formasyon yeraltısuyu açısından irdelendiğinde;

Paleozoik yaşlı formasyonu içerisinde meydana gel kırıklar boyunca irili ufaklı bir çok soğuk su kaynakları bulunmaktadır. Bu birim içerisinde açılan sondajlarda 100 – 150 metre derinlikte yeraltısuyu ancak bulunmuştur.

Güncel alüvyon olarak kabul edilen birimde ise, yeraltısuyu seviyesi özellikle ilkbahar, aylarında yüzeye çok yakındır (yaklaşık 2-3 m.) ve bu birim suya az doygun – doygun olarak kabul edilmektedir. Bu birimler içerisinde açılan sondajlarda yüksek debide su alınmıştır.

Bölgede Meteorolojik koşullara göre ortalama yıllık yağışın ve yeraltısuyu seviyesinin Mart – Nisan aylarında maksimum, Ağustos – Eylül aylarında ise minimum durumdadır.

4.2.3 Afet Durumu

Jeolojik ve jeoteknik yönden incelenen etüt alanında doğal afet denilebilecek heyelan, akma, krip, kaya düşmesi, su taşkını, feyezan, bataklık vb. doğal afetler etüt alanında ve yakın çevresinde görülmemiştir. Etüt sahası doğal afet yönünden aktif ve potansiyel alan içerisinde olmadığı tespit edilmiştir.

4.2.4 Deprem Durumu

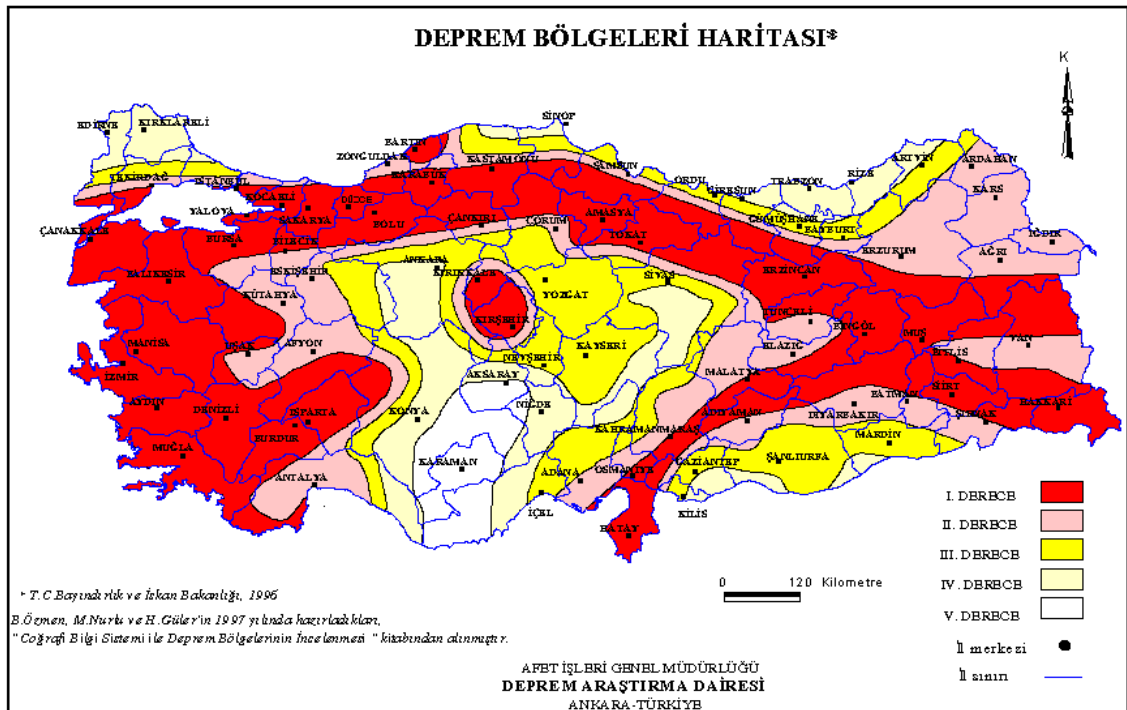
Şehrin kuzeyinde uzanan Muş ovasında doğu – batı doğrultuda fayların geçtiği; Bölgenin sismik bakımdan oldukça etkin olduğu söylenebilir. Ayrıca Varto,

Karlıova ve Malazgirt gibi deprem merkezlerine yakın olup bu bölgelerin de tesirindedir. Muş'ta şiddetli depremler sık sık hissedilmektedir. 1946 Varto ve 1999 Bingöl depremlerinde bazı binaların hasar gördüğü bilinmektedir.

Muş ili, ilçeleriyle aynı deprem kuşağındadır. Bölge sismik yönden duyarlı bir yerde olup T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Haritasına göre “1. Deprem Bölgesi” sınırları içerisinde.

1. Derece deprem bölgesi: beklenen ivme değeri 0.40 g 'den büyük

2. Derece deprem bölgesi: beklenen ivme değeri 0.40 g ile 0.30 g arasında

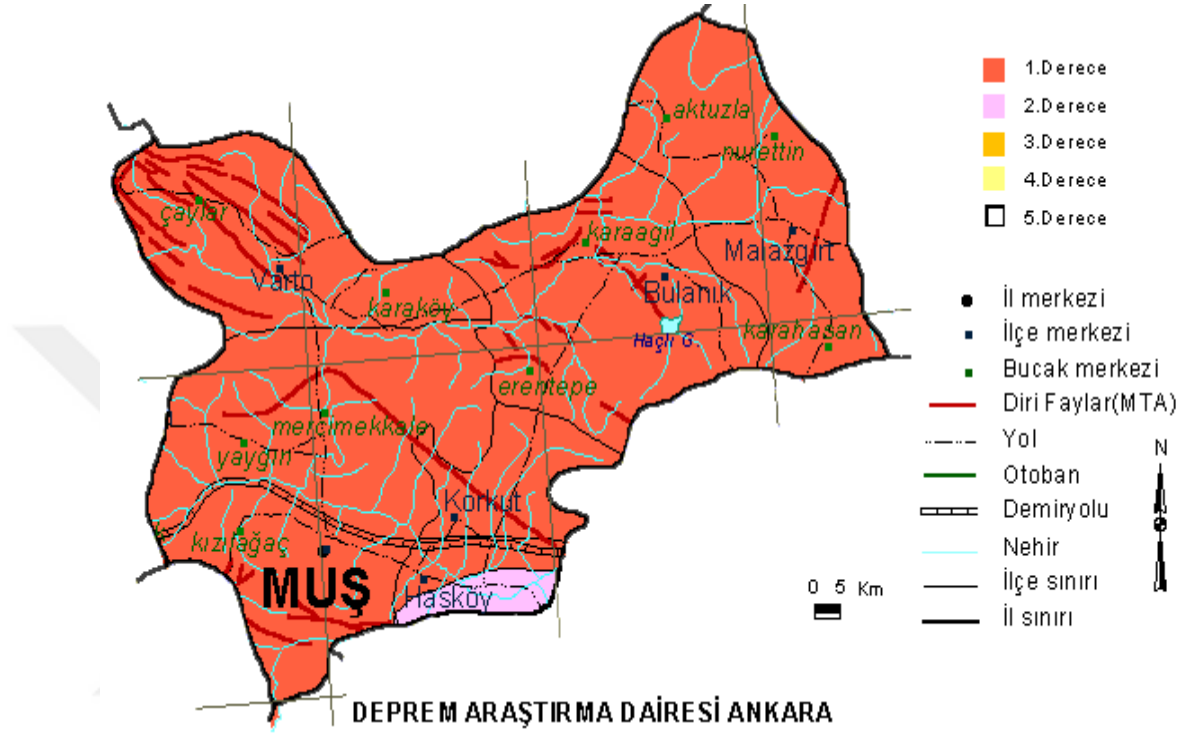


Şekil 28. Deprem Haritası

Kaynak: Deprem Araştırma Dairesi

Bu harita, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğüne 92-03-03-18 nolu proje sonuç raporu olarak sunulan, Polat Gülkan, Ali Koçyiğit,

M.Semih Yüçemen, Vedat Doyuran ve Nesrin Başöz (ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi) tarafından hazırlanan Ocak 1993 tarihli ve 93-01 nolu "En Son Verilere Göre Hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası" raporuna dayanmaktadır.



Şekil 29. Deprem Haritası Muş ili

Tablo 15. Muş ili ve ilçeleri deprem bölgesi bilgisi

MUS İLİ		MUS İLİ	
YERLEŞİM YERİ	DEP.BÖL.	YERLEŞİM YERİ	DEP.BÖL.
MUS(M)	1	KORKUT	1
Kızılağaç	1	MALAZGİRT	1
Mercimekkale	1	Aktuzla	1
Yaygın	1	Karahasan	1
BULANIK	1	Nurettin	1
Eretepe	1	VARTO	1
Karaağul	1	Çaylar	1
HASKÖY	1	Karaköy	1

Kaynak: Deprem Araştırma dairesi, Ankara

4.2.5 Sıvılaşma ve yanal yayılma analizleri ve değerlendirilmesi

Sıvılaşma kavramı, tekrarlı boşluk suyu basıncı yükselmesinden kaynaklanan kayma dayanımındaki ve kayma rijitliğindeki azalma olayı için kullanılmaktadır. Özellikle yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu kesimlerde kumlu zeminlerde boşluk suyu basıncının artmasına bağlı olarak efektif gerilmenin azalması sonucu kum kabarması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Temiz kumların sıvılaşabilirliği uzun zamandan beri bilinmektedir.

İnce taneli (siltli ve killi) zemin parçacıklarının iri taneleri birbirinden ayırt edecek ya da genel zemin davranışını kontrol edebilecek miktarlarda olduğu durumlarda, sıvılaşmanın gerçekleşmesi için siltli ya da killi malzemenin plastik olmaması ya da düşük plastisiteli olması koşulu sağlanmalıdır. Aslında düşük plastisiteli silt ve siltli kumlar hem sıvılaşabilir olmaları hem de boşluk suyu basıncının hızlı dağılımını engelleyebilecek kadar düşük geçirimsizlikleri sebebiyle en tehlikeli zemin türleridir.

4.2.6 Muş ili ve ilçe zemin değerleri ve özellikleri

4.2.6.1 Muş Merkez zemin bilgileri

Zemin Grubu : C

Yerel Zemin Sınıfı : Z3

Spektrum karakteristik periyodu: T_a : 0,15 – 0,60 sn

A0 (Etkin yer ivmesi katsayısı) : 0,40

Ks (Yatak katsayısı) : 1000 – 1500 t/m³

I (Bina Önem katsayısı) : 1,5

g_{em} (Zemin emniyet katsayısı): 1,22

YASS : 4,50

Yüzeydeki örtü birimi Kil'dir. Örtü biriminin altında yataya yakın istiflenme gösteren kumlu kil bulunur. Yapı temelindeki dolgu ve nebati toprak malzemesi kaldırılmalıdır ve temel derinliği don seviyesinin altına inilmelidir.

Etüd sahasında jeolojik yapı ve zemini oluşturan birimlerin jeoteknik özellikleri yerleşime uygundur.

Jeomorfojik ve Çevresel Bilgiler:

Alan yüzeyi 1-2 oranında eğime sahiptir. Kayalık, dağlık ve tepelik bir alanda yer almaması sebebi ile sel, heyalan, çığ düşmesi ve fezeyan gibi tehlikeli alanların dışında kalmaktadır. Fakat yer altı su seviyesinin yüksek olması (4 m)zemin sıvılaşması riskini oluşturur.

Zemin kesiti: Dinamik elastisite modülü (Ed) Maksimum Kayma modülüne göre değerleri incelendiğinde;

0,00 m

Orta sağlam zemin

Orta gevşek zemin

4,00m

Orta sağlam zemin

Orta sağlam zemin

9,00 m

Sıkı zemin

Sıkı zemin

30,00m

TC. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Türkiye Deprem Haritasına göre;

Muş ili 1. Dereceden deprem bölgesinde yer alır. Bu nedenle “Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik” esaslarına uyulmalıdır. Depreme dayanıklı yapı tasarımı ilkelerine mutlaka bağlı kalınmalıdır.

4.2.6.2 Muş Varto zemin bilgileri

Yapılaşmaya elverişli, Z+1 izin.

Alanda topografya düzdür.%10dan az eğim.

Etüt Alanının Jeolojisi

Etüd alanında açılan 10 metrelik temel sondajında Kaba, İri ve İnce taneli malzeme geçirilmiştir.

SK kuyusu

0.0 - 1.00 m - Nebati toprak

1.00 – 10.00 m - İnorganik kil

Jeoteknik Araştırma:

Zemin Cinsi:10 metrelik temel sondajlarında; zemin 1.0 metreye kadar iri, orta taneli dolgu malzemesi birimden oluşmuştur.

1.0 metreden sonra kolay kazılabilen dayanımı düşük İnorganik Kil, Kil-silt karışımı birim devam etmektedir. Temel birimi Kildir.

Ayrık Taneli Zeminler.

İnce-orta Taneli Zemin:

İnceleme alanında açılan 10 metrelik temel sondajında yapılan incelemelere göre zeminin yaklaşık 4.00 m'den sonra siyahımsı – gri renkli ine taneli, plasitisitesi yüksek, kum, kil, ve Silt'ten meydana geldiği görülmüştür. Bu birimin parmakla yoğrulması çok zor, tırnak batırılabilir, kürekle kazılması zordur. Kohezyonlu zeminlerin kıvamlılıklarına göre tek eksenli sıkıştırma dayanımları çizelgesine göre sıkı zemin ve dayanım sınıfı sınıflamasına girer.

Kaba Taneli Zemin:

1.0 metreden sonra zemin tanelerinde irileşme yuvarlaklaşma görülür. Bu birim silt kum olarak tanımlanır. Birim kendi içerisinde bir bütünlük sağladığı gibi az pekişmiş drenajı kötü bir zemindir.

Temel birimi az kumlu killi zemin ve yerel zemin sınıfı Z3

Temel zemini killi birimin taşıma gücünün zayıf olup, temel boyutları dikkatli seçilmelidir.

Zemin Grubu	: C
Yerel Zemin Sınıfı	: Z3
Spektrum karakteristik periyodu	: Ta: 0,15 – 0,60 sn
A0 (Etkin yer ivmesi katsayısı)	: 0,30
Ks (Yatak katsayısı)	:2000 – 7500 t/m3
I (Bina Önem katsayısı)	: 1,5
g em (Zemin emniyet katsayısı)	: 0,90
YASS	: 2-3.00 m
Kayma dalgası hızı	: 200 – 300

Don durumu:

İnceleme alanında hakim birim Silt'tir. Nebati toprak bölgenin en genç birimi olmakla beraber, nehir birikintilerinden meydana gelen bir birimdir. Muş bölgesi için Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından tespit edilen don derinliği 1.20 m olup özellikle ayırık taneli, pekişmemiş, ince orta taneli kil ve kum malzemelerinden oluşan bu birimi önemli derecede don olayından etkilenmekte, deformasyona uğramaktadır. Olası bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için zemin sıkıştırılmalı, yüzey suları ile ilişkisi kesilmeli, sıkıştırma işleminden sonra üzeri stabilize malzeme

ile kapatılmalı ve zeminin beton ile ilişkisi kesilmelidir. 50-70 cm lik bir kısmın sıkıştırma ve stabilize malzeme döşenmesi durumunda yapının don olayından etkilenmesi beklenmemektedir.

Yüzeydeki örtü birimi Nebati topraktır. Örtü biriminin altında yataya yakın istiflenme gösteren inorganik silt bulunur. Temel don seviyesinin altına inilmeli (1.20 m).

Alanın jeolojik yapı ve zemini oluşturan birimlerin jeoteknik özellikleri yerleşime uygundur.

Yer altı suyu seviyesi yüzeye yakındır (2-3.00 m). Gerekli temel izolasyonları yapılmalıdır.

İnceleme alanında herhangi bir heyelan, akma, şişme vb. kitlesel deformasyonlar gözlenmemiştir. Zeminin su ile teması mümkün mertebe kesilmesi durumunda benzeri kitlesel deformasyonların gözlenmeyeceği düşünülmektedir.

Yass yükselmesi, zemin oturması, şişmesi gibi durumlara karşı önlemler alınmalı.

Temeldeki yumuşak birimlerin yapıyı olumsuz etkilememesi için temel tipi ve boyutları jeoteknik hesaplamalara uygun olarak tasarlanmalı.

4.2.6.3 Muş Korkut zemin bilgileri

Sondajlarda;

0.00 – 1.00 metrede nebati toprak

1.00 – 15.00 metrelerde kumlu kil birimleri görülmüştür.

15 metrelik kalınlık sunan ince çakıllı kumlu kil kahverengimsi – sarımsı renkli homojen bir yapıda olup plastik bir özellik sunmaktadır.

Değişik derinliklerde yer altısuyuna rastlanılmıştır. Muş ili merkezinde belirli bir yeraltısuyu seviyesi bulunmamaktadır. Mevsimsel alçalım ve yükselimele ilgili olarak yeraltısuyu seviyesi değişmektedir.

İnceleme alanı az eğimli bir platform niteliğindedir. Etüdlerde zeminden kaynaklı akma, yayılma ve kabarmalar görülmemiştir.

1. Dereceden deprem bölgesindedir.

A0 : 0.40

Ta: 0.15, Tb:0.60

Z3 (temel altındaki en üst zemin tabakası kalınlığı $15m < h_1 < 50m$ olan C grubu zeminler)

YASS: 10.00 metre

Zemin birimleri, plastisite derecesi bakımından plastik özellik gösterir.

Ortalama emniyetli taşıma gücü qem: 1,04 f/cm²

Zemin grubu : C (Orta sıkı kum, çakıl, katı kil ve siltli kil)

Yerel zemin sınıfı : Z3

Etkin yer ivmesi A0: 0.40

Ks: 10320 düşük yatak katsayısı

Ayrışmış zemin türlerinin sınıflandırılması:

Zemin numunesi kırmızımsı kahverengimsi renge sahip olup, parmaklarla yoğrulması çok zordur; tırnak batırabiliriz. Kürekle kazılması zor özelliklerine bağlı olarak sıkı zemin olarak tanımlanmıştır; dayanım derecesi olarak S3 sınıfı simgesi verilmiştir. Ayrıca ana zeminde herhangi bir renk değişimi gözlenmediğinden zeminin dayanımında azalma olmadığından bozunma derecesi taze (bozunmamış) W1 simgesi ile gösterilmiştir.

Zemin profilinin yorumlanması:

Zemin profili toprak zeminler ve yumuşak az çakıllı killi siltli kum zeminlerden oluşmaktadır

Zemin ve Kaya türlerinin değerlendirilmesi:

Dolgu malzemesinin altında bulunan ve kalınlığı 0,50-1.0 metre aralığında gözlenen bu birim jeolojik birimin atmosferik ve yüzey sularına bağlı olarak alterasyon geçirip, ayrışması sonucu oluşup jeoteknik açıdan önem arz etmemektedir.(nebati toprak)

Kumlu kil 1.0 metreden başlayıp sondaj kuyusu sonuna kadar devam etmektedir. Sarımsı kahverengimsi renkli bu birimler norm plastik (katı) özelliklere sahiptir. Homojen bir yapı sunmayıp ara seviyelerde az çakıllı düşük kil ve kum içerikleri nedeniyle CL zemin grubu özellikleri vermektedir.

4.2.6.4 Muş Bulanık zemin bilgileri

Alan yüzü 1-2 oranında eğime sahiptir. Kayalık, dağlık ve tepelik bir alanda yer almaması sebebi ile sel, heyalan, çığ düşmesi ve fezeyan gibi tehlikeli alanların dışında kalmaktadır.

İlk 0.00- 1.00 metrede nebati toprak, 1.00 – 15.00 arasında kumlu kil birimleri. Kahverengimsi-sarımsı renkli homojen bir yapıda olup plastik bir özelliktedir.

Etüdlerde zeminden kaynaklı akma, yayılma ve kabarma gibi anormallikler yaşanmamıştır.

1.Dereceden deprem bölgesi

Oturma ve şişme durumu görülüyor.

Don durumu:

1.20 m

Zemin Grubu : C

Yerel Zemin Sınıfı : Z3

Spektrum karakteristik periyodu : Ta: 0,15 – 0,60 sn

A0 (Etkin yer ivmesi katsayısı) : 0,40

Ks (Yatak katsayısı) :500 – 1000 t/m3

I (Bina Önem katsayısı) : 1,5

g em (Zemin emniyet katsayısı): 1,01

YASS : 4,00

Yüzey kil, altı kumlu kil.

Etüd sahasında jeolojik yapı ve zemini oluşturan birimlerin jeoteknik özellikleri yerleşime uygundur.

Killi ve siltli birimlerin varlığı ve yass dikkate alınmalı.

Kritik kat olarak zemin kat seçilmiştir. Bodrum kat, perde kolonlardan oluştuğundan bodrum kat, kritik kat olarak düşünülmemiştir. Bu kat için Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi ve Hastanesi için Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi hesabı P25 Yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar Tablo 16.1 ve 16.2’de yer almaktadır. Tüm işlem değerleri kolon isim ve boyutları ile ek bölümünde verilmiştir.

Tablo 16.1 Korkut İlçe Hastanesi için Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi hesabı (Em/Ec = 0,15 alınmıştır.)

Bina Kartezyen boyutları	a = 50,80 m b = 35,65 m	Alan Endeksleri
Efektif kat alan	$A_{\varepsilon} = 50,80 \times 35,65$ $= 1811,02 \text{ m}^2$	$C_{Ax, \min} = 2 \times 10^5 A_{\varepsilon x} / A_{\varepsilon} = 2871$ $C_{Ay, \max} = 2 \times 10^5 A_{\varepsilon y} / A_{\varepsilon} = 2764$
Kolon enkesit alanları	$A_c = 11,51 \text{ m}^2$	$C_A = 2800$
Perde enkesit alanları	$A_{sx} = 10,53 \text{ m}^2$ $A_{sy} = 10,4 \text{ m}^2$	$A_{\varepsilon x} = A_c + A_{sx} + (E_m/E_c) \times A_{wx} = 25,99 \text{ m}^2$
Duvar enkesit alanları	$A_{wx} = 26,38 \text{ m}^2$ $A_{wy} = 20,77 \text{ m}^2$	$A_{\varepsilon y} = A_c + A_{sy} + (E_m/E_c) \times A_{wy} = 25,03 \text{ m}^2$

Tablo 16.2 Korkut İlçe Hastanesi için Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi hesabı

Bina Kartezyen boyutları	$a = 50,80 \text{ m}$ $b = 35,65 \text{ m}$	Alan Endeksleri
Bina ataleti	$I_x = 389466 \text{ m}^4$ $I_y = 191805,5 \text{ m}^4$	$C_{I_x, \min} = 30577$ $C_{I_y, \max} = 44100$
Kolon Ataletleri	$I_{cx} = 3,03 \text{ m}^4$ $I_{cy} = 0,88 \text{ m}^4$	$CI_A = 34553$
Perde Ataletleri	$I_{sx} = 10,75 \text{ m}^4$ $I_{sy} = 11,49 \text{ m}^4$	$I_{efx} = I_c + I_{sx} + (E_m/E) \times I_{wx} = 32,5 \text{ m}^4$
Duvar Ataletleri	$I_{wx} = 125 \text{ m}^4$ $I_{wy} = 584 \text{ m}^4$	$I_{efy} = I_c + I_{sy} + (E_m/E_c) \times I_{wy} = 100 \text{ m}^4$

P0 – Taşıyıcı Sistem Puanı

H : 10 m'dir. Buna göre $h_o = 322,6$ bulunur.

P0= 116 olarak hesaplanır.

P1 – Temel Yapısal Puanı

Tablo 1.2 Yapısal Düzensizlik Katsayıları (f_i)

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi		
		Yüksek	Az	Yok
f_1	Burulma Düzensizliği	0.90	0.95	● 1.00
f_2	Döşeme Süreksizliği	0.90	0.95	● 1.00
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	0.65-0.75	0.90	● 1.00
f_4	Kütle Düzensizliği	● 0.90	0.95	1.00
f_5	Korozyon Mevcudiyeti	0.90	0.95	● 1.00
f_6	Ağır Cephe Elemanları	0.90	0.95	● 1.00
f_7	Asma Kat Mevcudiyeti (γ =Asma kat / Kat alanı)	0.90 $\gamma \geq 0.25$	0.95 $0 < \gamma < 0.25$	● 1.00 $\gamma = 0$
f_8	Katlarda Seviye Farkı veya Kısmi Bodrum	0.80	● 0.90	1.00
f_9	Beton Kalitesi ⁽¹⁾	$f_9 = (f_c / 20)^{0.5}$		
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş ⁽²⁾	$f_{10} = [(I_x + I_y) / 2 I_b]^{0.15} \leq 1.0$		
f_{11}	Etriye Sıklığı ⁽³⁾	$f_{11} = 0.60 \leq (10 / s)^{0.25} \leq 1.0$		
f_{12}	Zemin Sınıfı	0.90 (Z4 için)	● 0.95 (Z3 için)	1.00 (Z2, Z1 için)
f_{13}	Temel Tipi	0.80 - 0.90 (Tekil temel)	0.95 (Sürekli temel)	● 1.00
f_{14}	Temel Derinliği	● 0.90 (1m'den az)	0.95 (1 – 4m arası)	1.00 (4mden fazla)

Kırmızı nokta işaretlenen değerler hesapta dikkate alınacaktır.

f_9 , binanın MPa cinsinden beton kalitesidir.

I_e , I_y değerleri, kritik kat kolonlarının ortalama boyutlarından elde edilen temsili kolonun atalet momenti, I_s değeri ise, yine kritik katta en çok tekrar eden kirişin atalet momentidir.

s , cm cinsinden sarılma bölgesindeki etriye aralığıdır.

Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

- f_9 ; Beton kalitesi = $\sqrt{(25/20)} = 1,1180$
- f_{10} zayıf kolon – kuvvetli kiriş;

Kritik katın ortalama kolon boyutu 90/90

en çok tekrar eden kiriş boyutları 40/60 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre;

Kolon atalet momentleri iki yönde (I_x , I_y) ve kiriş ataleti (I_b) hesaplanmıştır.

Formülde $0,477 < 1,0$ olduğundan,

$f_{l0} : 0,477$ alınır.

- f_{l1} etriye sıklığı değeri için;

s (sarılma bölgesindeki etriye aralığı 15cm alınmıştır. Buna göre;

$f_{l1} = 0,90$ hesaplanmıştır. $< 1,0$ olduğundan $f_{l1} = 1,0$ kabul edilmiştir.

$P1 = 39$ bulunur.

P2 Kısa kolon puanı

Tablo 2.2 Kısa Kolon Puanlama Matrisi

Kısa Kolonların Bulunma Oranı	Kısa Kolon boyu / Kat Yüksekliği			
	$(0.75-1.00)h$	$(0.40-0.75)h$	$(0.15-0.40)h$	$(0.00-0.15)h$
Az (%5 den az)	70	64	57	50
Bazı (%5 -%15)	60	50	44	37
Fazla (%15-%30)	50	40	30	24
Çok Fazla (%30 dan fazla)	40	30	20	10

Kısa kolon sayısı 1 olarak tespit edilmiştir.

Kısa kolon boyu: 0,85 metredir.

Kat yüksekliği : 4.00 metredir. Buna göre tablo yardımıyla;

$P2 = 57$ olarak belirlenir.

P3 – ‘Yumuşak Kat’ ve ‘Zayıf Kat’ Puanı

Kritik kat ve üst katına ait efektif alan ve efektif atalet momentleri eşit kabul edildiğinden, P3 puanı 1.00 olarak bulunmuştur.

P4 – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı

Hastane yapısında çıkma katlar olmadığından P4 puanı 1.00 olarak (hesaba etkisiz) olarak kabul edilmiştir.

P5 – Çarpışma Puanı

Hastane bağımsız bir yapı olarak başka yapılarla bitişik olmadığından P5 puanı 1.00 olarak (hesaba etkisiz) olarak kabul edilmiştir.

P6 – Sıvılaşma Potansiyeli Puanı ve P7 Toprak hareketleri puanı

Tablo 3.2 Sıvılaşma Potansiyeli Puanları
puanı

YASS	Hesaplanan Sıvılaşma Potansiyeli		
	Az	Orta	Yüksek
> 10 m	60	45	30
2.0 m – 10.0 m	45	33	20
< 2.0 m	30	20	10

Sarı renkle işaret edilen değerler P6 ve P7 puanlarını gösterir.
Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

Tablo 4.2 Toprak hareketleri

Zemin Sınıfı	YASS (m)	P ₇ - Puanı
Z ₁ , Z ₂	–	100
Z ₃	YASS ≤ 5.0	25
	YASS > 5.0	35
Z ₄	YASS ≤ 5.0	10
	YASS > 5.0	20

Edinilen zemin etüdü raporlarına göre YASS ‘nin Korkut ilçesinde farklı mevsim ve noktalara göre 2m-10m arasında değiştiği belirtilmiştir. Bu bilgi yardımı ile yukarıdaki tablolar kullanılarak;

P6 puanı 33, P7 puanı 35 olarak belirlenir.

α – Düzeltme Çarpanı

Zemin etüdü ve yönetmelik tablolarına göre;

I : 1,5 Bina önem katsayısı (Hastaneler için)

A: 0,40 Etkin yer ivmesi katsayısı (1. Dereceden deprem bölgeleri için)

n : 0,30 Hareketli yük katılım sayısı (Hastaneler için)

t : 1,0 (yapı dik yamaç veya tepede olmadığından) alınır. Bu durumda;

$\alpha = 2/3$ olarak hesaplanır.

β – Düzeltme Çarpanı

P_{min} : 33 tür. Ağırlıklı puan ile çarpıldığında $33 \times 4 = 132$ bulunur.

Tüm puanların ağırlıklı puan ile çarpılması;

$$P_1 = 38,65 \times 4 = 155$$

$$P_2 = 57 \times 1 = 57$$

$$P_3 = 100 \times 3 = 300$$

$$P_4 = 100 \times 2 = 200$$

$$P_5 = 100 \times 1 = 100$$

$$P_6 = 33 \times 3 = 99$$

$$P_7 = 35 \times 2 = 70$$

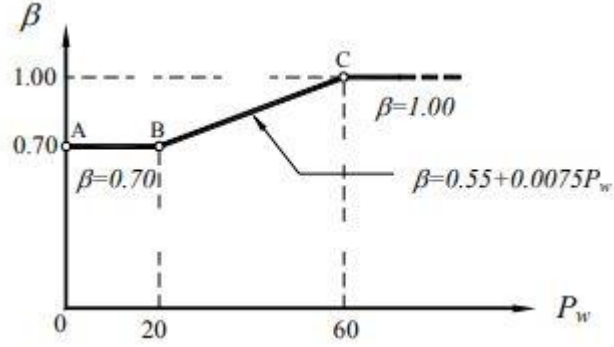
$$\sum(w_i P_i) = 980,6$$

$$W \text{ toplam} = 16$$

$$\alpha = 2/3 = 0,67$$

$$P_w = 980,6/16 = 61,3$$

$60 < 61,3$ olduğu için $\beta = 1,00$



P - Sonuç Puanı

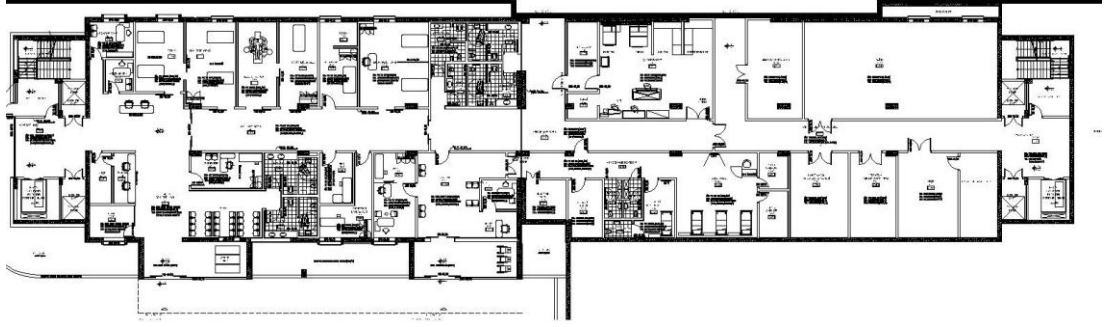
$$P = 2/3 \times 1 \times 33 = 22 \text{ bulunur.}$$

İncelenen bina ile ilgili P puanı;

Korkut İlçe Hastanesi için hesapladığımız Bina Performans puanına göre;

$P = 22 < 25$ olduğundan 3. Bölgede değerlendirilir. Risk düzeyi yüksektir.

5.2 Varto İlçe Hastanesinin P25 Yöntemine göre değerlendirilmesi



Şekil 31 Varto İlçe Hastanesi zemin kat kat planı

Kritik kat olarak zemin kat seçilmiştir. Bodrum kat, perde kolonlardan oluştuğundan bodrum kat, kritik kat olarak düşünülmemiştir. Bu kat için Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi ve Varto Hastanesi için Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi hesabı P25 Yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar Tablo 17.1 ve 17.2’de yer almaktadır. Tüm işlem değerleri kolon isim ve boyutları ile ek bölümünde verilmiştir.

Tablo 17.1 Varto İlçe Hastanesi için Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi hesabı
($E_m/E_c = 0,15$ alınmıştır.)

Bina Kartezyen boyutları	$a = 88,20 \text{ m}$ $b = 21,85 \text{ m}$	Alan Endeksleri
Efektif kat alan	$A_e = 88,20 \times 21,85$ $= 1927 \text{ m}^2$	$C_{A_x, \max} = 2 \times 10^5 A_{efx} / A_e = 3348$ $C_{A_y, \min} = 2 \times 10^5 A_{efy} / A_e = 2979$
Kolon enkesit alanları	$A_c = 6,46 \text{ m}^2$	$C_A = 3085$
Perde enkesit alanları	$A_{sx} = 23,7 \text{ m}^2$ $A_{sy} = 19 \text{ m}^2$	$A_{efx} = A_c + A_{sx} + (E_m/E_c) \times A_{wx} = 32,3 \text{ m}^2$
Duvar enkesit alanları	$A_{wx} = 14 \text{ m}^2$ $A_{wy} = 21,6 \text{ m}^2$	$A_{efy} = A_c + A_{sy} + (E_m/E_c) \times A_{wy} = 28,7 \text{ m}^2$

Tablo 17.2 Varto İlçe Hastanesi için Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi hesabı

Bina Kartezyen boyutları	a = 88,20 m b = 21,85 m	Alan Endeksleri
Bina ataleti	$I_x = 1249326 \text{ m}^4$ $I_y = 76673 \text{ m}^4$	$C_{I_x, \min} = 42391$ $C_{I_y, \max} = 68067$
Kolon Ataletleri	$I_{cx} = 0,37 \text{ m}^4$ $I_{cy} = 0,14 \text{ m}^4$	$I_A = 50184$
Perde Ataletleri	$I_{sx} = 307 \text{ m}^4$ $I_{sy} = 258 \text{ m}^4$	$I_{efx} = I_c + I_{sx} + (E_m/E) \times I_{wx} = 534 \text{ m}^4$
Duvar Ataletleri	$I_{wx} = 1514 \text{ m}^4$ $I_{wy} = 613 \text{ m}^4$	$I_{efy} = I_c + I_{sy} + (E_m/E_c) \times I_{wy} = 350 \text{ m}^4$

P0 – Taşıyıcı Sistem Puanı

$$h_0 = -0.6 H^2 + 39.6 H - 13.4 \quad (13)$$

H : 18 m'dir. Buna göre $h_0 = 505$ bulunur.

P0= 105 olarak hesaplanır.

P1 – Temel Yapısal Puanı

- Beton sınıfı C25 olduğuna göre;

$$f_9; \text{ Beton kalitesi} = \sqrt{(25/20)} = 1,1180$$

- f_{10} zayıf kolon – kuvvetli kiriş;

Kritik katın Ortalama kolon boyutu 40/40

en çok tekrar eden kiriş boyutları 30/60 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre ;

Kolon atalet momentleri iki yönde (I_x , I_y) ve kiriş ataleti (I_b) hesaplanmıştır.

Formülde $0,48 > 1,0$ olduğundan,

$f_{10} : 0,48$ alınır.

- f_{11} etriye sıklığı değeri için;

s (sarılma bölgesindeki etriye aralığı 15cm alınmıştır. Buna göre;

$f_{11} = 0,90$ hesaplanmıştır. $0,6 < f_{11} < 1,0$ aralığında olduğundan $f_{11} = 0,9$ kabul edilmiştir.

$P_1 = 35$ bulunur.

P2 Kısa kolon puanı

Kısa kolon görülmemiştir. Buna göre;

$P_2 = 100$ olarak belirlenir.

P3 – ‘Yumuşak Kat’ ve ‘Zayıf Kat’ Puanı

Kritik kat ve üst katına ait efektif alan ve efektif atalet momentleri eşit kabul edildiğinden, P_3 puanı 100 olarak bulunmuştur.

P4 – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı

Hastane yapısında çıkma katlar olmadığından P4 puanı 100 olarak (hesaba etkisiz) olarak kabul edilmiştir.

P5 – Çarpışma Puanı

Hastane bağımsız bir yapı olarak başka yapılarla bitişik olmadığından P5 puanı 100 olarak kabul edilmiştir.

P6 – Sıvılaşma Potansiyeli Puanı ve P7 Toprak hareketleri puanı

Edinilen zemin etüdü raporlarına göre YASS 'nin Varto ilçesinde 2-3m olarak belirtilmiştir. Zemin sınıfı Z3 'tür. Bu bilgiler yardımı ile;

Tablo 3.3 Sıvılaşma Potansiyeli Puanları

YASS	Hesaplanan Sıvılaşma Potansiyeli		
	Az	Orta	Yüksek
> 10 m	60	45	30
2.0 m – 10.0 m	45	33	20
< 2.0 m	30	20	10

Tablo 4.3 Toprak hareketleri puanı

Zemin Sınıfı	YASS (m)	P ₇ - Puanı
Z ₁ , Z ₂	–	100
Z ₃	YASS ≤ 5.0	25
	YASS > 5.0	35
Z ₄	YASS ≤ 5.0	10
	YASS > 5.0	20

Kırmızı renkle işaret edilen değerler P6 ve P7 puanlarını gösterir.

Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

P6 puanı 33, P7 puanı 25 olarak seçilmiştir.

α – Düzeltme Çarpanı

Zemin etüdü ve yönetmelik tablolarına göre;

I : 1,5 Bina önem katsayısı (Hastaneler için)

A: 0,3 Etkin yer ivmesi katsayısı (1. Dereceden deprem bölgeleri için)

n : 0,30 Hareketli yük katılım sayısı (Hastaneler için)

t : 1,0 (yapı dik yamaç veya tepede olmadığından) alınır. Bu durumda;

$\alpha = 0,733$ olarak hesaplanır.

β – Düzeltme Çarpanı

P_{min} : 25 tür. Ağırlıklı puan ile çarpıldığında $25 \times 4 = 100$ bulunur.

Tüm puanların ağırlıklı puan ile çarpılması;

$$P1 * w = 35 \times 4 = 141$$

$$P2 * w = 10 \times 1 = 100$$

$$P3 * w = 100 \times 3 = 300$$

$$P4 * w = 100 \times 2 = 200$$

$$P5 * w = 100 \times 1 = 100$$

$$P6 * w = 33 \times 3 = 99$$

$$P7 * w = 35 \times 2 = 70$$

$$\sum(w_i P_i) = 990$$

$$W \text{ toplam} = 16$$

$$\alpha = 0,733$$

$$P_w = 990/16 = 60,4$$

$$60 < 61,86 \text{ olduğu için } \beta = 1,00$$

P - Sonuç Puanı

$P = 0,733 \times 1 \times 25 = 18,33$ bulunur.

İncelenen bina ile ilgili P puanı;

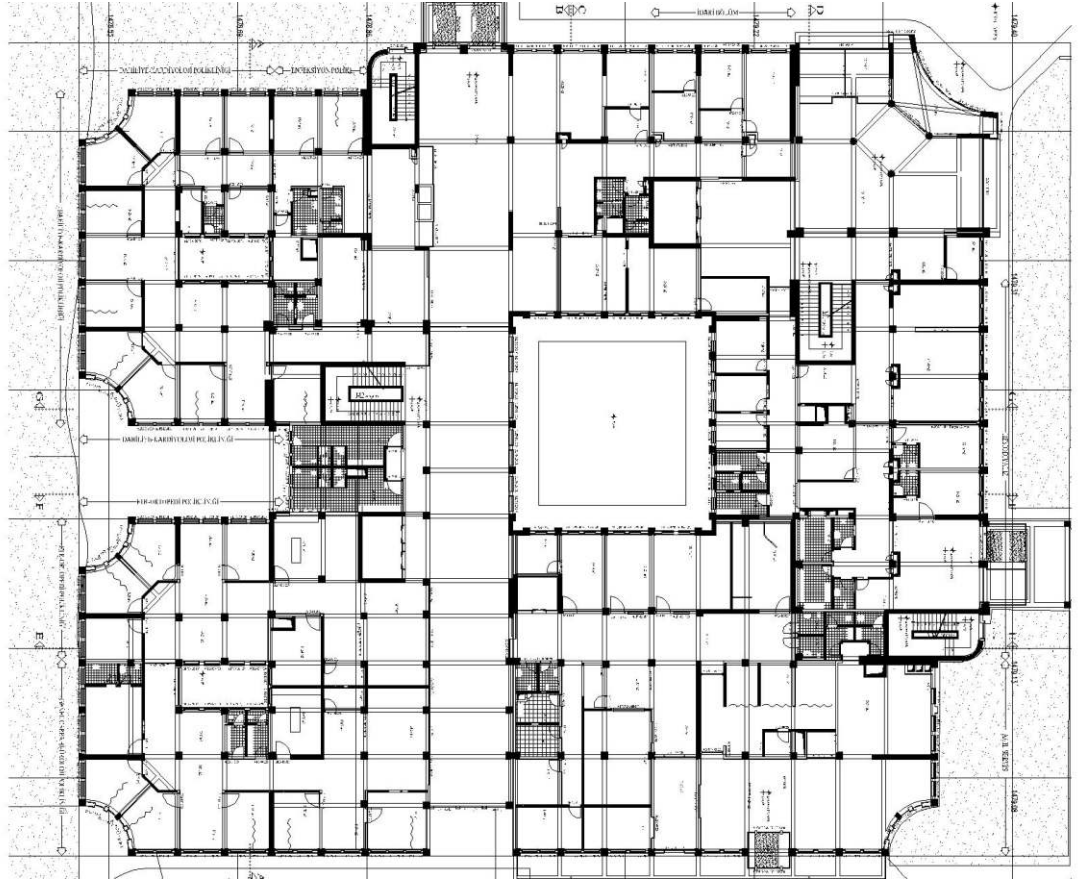
Varto İlçe Hastanesi için hesapladığımız Bina Performans puanına göre;

$P = 18,33 < 25$ olduğundan 3. Bölgede değerlendirilir. Risk düzeyi yüksektir.



5.3 Bulanık Devlet Hastanesinin P25 Yöntemine göre değerlendirilmesi

Kritik kat olarak zemin kat seçilmiştir. Bodrum kat, perde kolonlardan oluştuğundan bodrum kat, kritik kat olarak düşünülmemiştir. Bu kat için Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi ve Bulanık Devlet Hastanesi için Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi hesabı P25 Yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar Tablo 16.5 ve 16.6'de yer almaktadır. Tüm işlem değerleri kolon isim ve boyutları ile ek bölümünde verilmiştir.



Şekil 32. Bulanık Devlet Hastanesi zemin kat planı

**Tablo 16.5 Bulanık İlçe Hastanesi için Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi hesabı
($E_m/E_c = 0,15$ alınmıştır.)**

Bina Kartezyen boyutları	$a = 62 \text{ m}$ $b = 70 \text{ m}$	Alan Endeksleri
Efektif kat alan	$A_e = 62 \times 70$ $= 4340 \text{ m}^2$	$C_{A_x, \max} = 2 \times 10^5 A_{efx} / A_e = 4437$ $C_{A_y, \min} = 2 \times 10^5 A_{efy} / A_e = 4102$
Kolon enkesit alanları	$A_c = 54,25 \text{ m}^2$	$C_A = 4202$
Perde enkesit alanları	$A_{sx} = 39,24 \text{ m}^2$ $A_{sy} = 32,75 \text{ m}^2$	$A_{efx} = A_c + A_{sx} + (E_m/E_c) \times A_{wx} = 96 \text{ m}^2$
Duvar enkesit alanları	$A_{wx} = 18,60 \text{ m}^2$ $A_{wy} = 13,40 \text{ m}^2$	$A_{efy} = A_c + A_{sy} + (E_m/E_c) \times A_{wy} = 89 \text{ m}^2$

Tablo 16.6 Bulanık İlçe Hastanesi için Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi hesabı

Bina Kartezyen boyutları	a = 62 m b = 70 m	Alan Endeksleri
Bina ataleti	$I_x = 1390246 \text{ m}^4$ $I_y = 1772166 \text{ m}^4$	$C_{I_x, \max} = 34658$ $C_{I_y, \min} = 44408$
Kolon Ataletleri	$I_{cx} = 3,6386 \text{ m}^4$ $I_{cy} = 2,2456 \text{ m}^4$	$I_A = 37446$
Perde Ataletleri	$I_{sx} = 90 \text{ m}^4$ $I_{sy} = 60,5 \text{ m}^4$	$I_{efx} = I_c + I_{sx} + (E_m/E_c) \times I_{wx} = 217 \text{ m}^4$
Duvar Ataletleri	$I_{wx} = 825 \text{ m}^4$ $I_{wy} = 5958 \text{ m}^4$	$I_{efy} = I_c + I_{sy} + (E_m/E_c) \times I_{wy} = 956 \text{ m}^4$

P0 – Taşıyıcı Sistem Puanı

$$h_0 = -0.6 H^2 + 39.6 H - 13.4 \quad (13)$$

H : 28 m'dir. Buna göre $h_0 = 625$ bulunur.

P0= 66,6 olarak hesaplanır.

P1 – Temel Yapısal Puanı

Temel yapısal puan hesaplanırken, aşağıdaki tablo kullanılır.

Tablo 1.3 Yapısal Düzensizlik Katsayıları (f_i)

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi		
		Yüksek	Az	Yok
f_1	Burulma Düzensizliği	0.90	0.95	1.00
f_2	Döşeme Süreksizliği	0.90	0.95	1.00
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	0.65-0.75	0.90	1.00
f_4	Kütle Düzensizliği	0.90	0.95	1.00
f_5	Korozyon Mevcudiyeti	0.90	0.95	1.00
f_6	Ağır Cephe Elemanları	0.90	0.95	1.00
f_7	Asma Kat Mevcudiyeti (γ =Asma kat / Kat alanı)	0.90 $\gamma \geq 0.25$	0.95 $0 < \gamma < 0.25$	1.00 $\gamma = 0$
f_8	Katlarda Seviye Farkı veya Kısmi Bodrum	0.80	0.90	1.00
f_9	Beton Kalitesi ⁽¹⁾	$f_9 = (f_c / 20)^{0.5}$		
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş ⁽²⁾	$f_{10} = [(I_x + I_y) / 2 I_b]^{0.15} \leq 1.0$		
f_{11}	Etriye Sıklığı ⁽³⁾	$f_{11} = 0.60 \leq (10 / s)^{0.25} \leq 1.0$		
f_{12}	Zemin Sınıfı	0.90 (Z4 için)	0.95 (Z3 için)	1.00 (Z2, Z1 için)
f_{13}	Temel Tipi	0.80 - 0.90 (Tekil temel)	0.95 (Sürekli temel)	1.00
f_{14}	Temel Derinliği	0.90 (1m'den az)	0.95 (1 – 4m arası)	1.00 (4m'den fazla)

Mavi nokta işaretlenen değerler hesapta dikkate alınacaktır.

f_9 , binanın MPa cinsinden beton kalitesidir.

I_e , I_y değerleri, kritik kat kolonlarının ortalama boyutlarından elde edilen temsili kolonun atalet momenti, I_s değeri ise, yine kritik katta en çok tekrar eden kirişin atalet momentidir.

s , cm cinsinden sarılma bölgesindeki etriye aralığıdır.

Kaynak: (Bal İ. Tezcan, 2007) [3]

- Beton sınıfı C25 ‘tir. Buna göre;

$$f_9; \text{ Beton kalitesi} = \sqrt{(25/20)} = 1,1180$$

- f_{10} zayıf kolon – kuvvetli kiriş;

Kritik katın Ortalama kolon boyutu 40/40; en çok tekrar eden kiriş boyutları 30/60 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre ;

Kolon atalet momentleri iki yönde (I_x , I_y) ve kiriş ataleti (I_b) hesaplanmıştır.

Formülde $0,477 < 1,0$ olduğundan, $f_{l0} : 0,477$ alınır.

- f_{l1} etriye sıklığı değeri için;

s (sarılma bölgesindeki etriye aralığı 15cm alınmıştır. Buna göre;

$f_{l1} = 0,90$ hesaplanmıştır. $< 1,0$ olduğundan $f_{l1} = 0,90$ kabul edilmiştir.

$P1 = 19,1$ bulunur.

P2 Kısa kolon puanı

Yapıda kısa kolon bulunmadığı için, yapının bu bölüme ait puanı 100 olmaktadır.

P3 – ‘Yumuşak Kat’ ve ‘Zayıf Kat’ Puanı

Kritik kat ve üst katına ait efektif alan ve efektif atalet momentleri eşit olduğundan, P3 puanı 100 olarak bulunmuştur.

P4 – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı

Hastane yapısında çıkma katlar olmadığından P4 puanı 100 olarak kabul edilmiştir.

P5 – Çarpışma Puanı

Hastane bağımsız bir yapı olarak başka yapılarla bitişik olmadığından P5 puanı 100 olarak kabul edilmiştir.

P6 – Sıvılaşma Potansiyeli Puanı ve P7 Toprak hareketleri puanı

Tablo 3.4 Sıvılaşma Potansiyeli Puanları

YASS	Hesaplanan Sıvılaşma Potansiyeli		
	Az	Orta	Yüksek
> 10 m	60	45	30
2.0 m – 10.0 m	45	33	20
< 2.0 m	30	20	10

Tablo 4.4 Toprak hareketleri puanı

Zemin Sınıfı	YASS (m)	P ₇ - Puanı
Z ₁ , Z ₂	–	100
Z ₃	YASS ≤ 5.0	25
	YASS > 5.0	35
Z ₄	YASS ≤ 5.0	10
	YASS > 5.0	20

Edinilen zemin etüdü raporlarına göre YASS ‘nin Bulanık ilçesinde farklı mevsim ve noktalara göre 4 m olduğu belirtilmiştir. Bu bilgi yardımı ile;

P6 puanı 33, P7 puanı 25 olarak seçilmiştir.

α – Düzeltme Çarpanı

Zemin etüdü ve yönetmelik tablolarına göre;

I : 1,5 Bina önem katsayısı (Hastaneler için)

A: 0,40 Etkin yer ivmesi katsayısı (1. Dereceden deprem bölgeleri için)

n : 0,30 Hareketli yük katılım sayısı (Hastaneler için)

t : 1,0 (yapı dik yamaç veya tepede olmadığından) alınır. Bu durumda;

$\alpha = 2/3$ olarak hesaplanır.

β – Düzeltme Çarpanı

P_{min} : 25 tür. Ağırlıklı puan ile çarpıldığında $25 \times 4 = 100$ bulunur.

Tüm puanların ağırlıklı puan ile çarpılması;

$$P1 = 19 \times 4 = 76,5$$

$$P2 = 100 \times 1 = 100$$

$$P3 = 100 \times 3 = 300$$

$$P4 = 100 \times 2 = 200$$

$$P5 = 100 \times 1 = 100$$

$$P6 = 33 \times 3 = 99$$

$$P7 = 25 \times 2 = 50$$

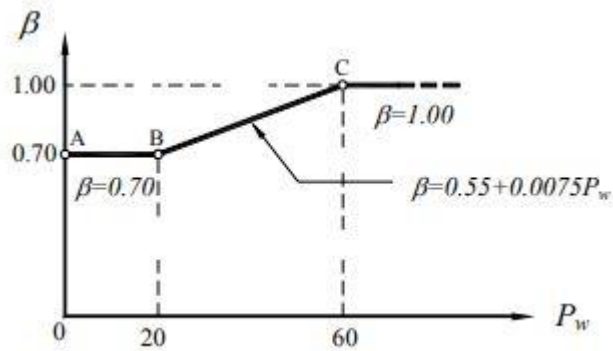
$$\sum(w_i P_i) = 925,5$$

$$W_{\text{toplam}} = 16$$

$$\alpha = 2/3$$

$$P_w = 925,5/16 = 57,84$$

$$\beta = 0,55 + 0,0075 \times 57,84 = 0,984$$



P - Sonuç Puanı

$P = 2/3 \times 0,984 \times 25 = 16,4$ bulunur.

İncelenen bina ile ilgili P puanı;

Bulanık İlçe Hastanesi için hesapladığımız Bina Performans puanına göre;

$P = 16,4 < 25$ olduğundan 3. Bölgede değerlendirilir. Risk düzeyi yüksektir.



6. SONUÇ

2 aşamalı gözleme dayalı olarak geliştirilen FEMA ve SUCUOĞLU yöntemleri bu çalışmada sadece tarif ve tanımları ile bulunmuştur. Muş ili ve ilçe devlet hastanelerinin deprem karşısında göçme risklerinin belirlenmesi için P25 yöntemi kullanılmıştır. Diğer yöntemlerden farklı olarak P25 yöntemi tek aşamalı olarak tasarlanmıştır. Sokaktan ve proje üzerinden yapılabilen incelemelerinin olumsuzluk puanı olarak tek seferde işleme dahil edildiği bu yöntemde, Enkesit kat alanları ve Atalet momenti gibi yapı tasarım ölçüleri de sonuç puanında önemli bir etkiye sahip olmuştur.

İncelenen 3 bina; Korkut Devlet Hastanesi, Varto İlçe Hastanesi ve Bulanık Devlet Hastanelerinin her biri göçme risk seviyesinin altında kalmıştır. Korkut Devlet hastanesi, göçme riskinin 25 kabul edildiği bu yöntem puanlamasında 22 , Varto İlçe Hastanesi 18.3, Bulanık Devlet Hastanesi ise 16,4 değerini almıştır.

Muş ili ve ilçe hastanelerinin bölge için afet anında kullanım zorunluluğu ve gerekliliğini düşündüğümüzde bu yönde bir çalışmanın önemini görebiliyoruz. Bu bilinçle risk düzeyleri “yüksek” olarak belirlenen bu hastanelerin diğer yöntemlerle de değerlendirilmesi, bu çalışmayla birleştirilmesi ve acil müdahale plan organizasyonlarının kullanımına sunulmalıdır.

7. KAYNAKÇA

- [1] T.C., Muş Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, (2015). 2014 Yılı il çevre durum raporu,
- [2] POUR Hojjat HOJJAT, Eylül 2011, “Düzce depreminde yıkılmış binaların P25 ve Deprem güvenliği tarama yöntemleri ile değerlendirilmesi” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ, İSTANBUL
- [3] Bal İ. Tezcan S. Gülay F., 16-20 Ekim 2007, “BETONARME BİNALARIN GÖÇME RİSKİNİN BELİRLENMESİ İÇİN P25 HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ”, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Turkey
- [4] DBYBHY, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında YönetmeliK, Bayındırlık , ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [5] FEMA P-154, Third Edition, “Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook”, January 2015, ABD
- [6] Haluk Sucuoglu and Ufuk Yazgan, “Simple Survey Procedures for Seismic Risk Assessment In Urban Building Stocks”, Dept. Of Civil Eng., Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 2001
- [7] <http://mus.khb.saglik.gov.tr/SaglikTesislerimiz>
- [8] <https://www.google.com.tr/maps/@38.7439337,41.5180019,616m/data=!3m1!1e3>
- [9] <http://www.sondeprem.net/mus-merkez>
- [10] <https://www.haberler.com/ozel-haber-mus-ta-deprem-tehlikesi-7688215-haberi/Kaynak:https://www.e-sehir.com/turkiye-haritasi/mus-son-depremler.html>
- [11] “*Muş ili ve Deprem Tehlikesi*” , IŞIK Ercan, İnşaat Müh. Bölümü, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Eren Üniversitesi, Bitlis,2012

[12] “*Muş İli Yapı Stoğunun Kanada Sismik Tarama Yöntemi ile İncelenmesi ve Bölgenin Depremselliği*”, IŞIK Ercan, BOZKURT Nusret, TAŞKIN Vural İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Bitlis Eren Üniversitesi, Bitlis, 2016

[13] Muş ili Merkez ilçesi, Arınç köyü 578 Ada 7 parsel Zemin+9 katlı konut inşaatı Jeoteknik zemin etüdü. Yusuf Ali Ekmekçi – Jeoloji Mühendisi

[14] Muş ili Varto ilçesi Gümgüm mahallesi Camo çayırı, 48 Ada 48 Parsel Jeoteknik zemin etüdü.(15.04.2016), jeolojik rapor (13.05.2016) Yalçın mühendislik, A. Kadir YALÇIN, Jeoloji Mühendisi

[15] Muş ili Korkut ilçesi Karye Mevkii 936 nolu parselde yapılan jeolojik etüdler. (14.10.2012)

[16] Muş ili Bulanık ilçesi Zafer mahallesi 406/79 nolu parsel jeolojik etüdler (08.12.2013) Rapor (25.12.2013)

[17] Muş ili Malazgirt ilçesi jeolojik etüdler

[18] Muş ili Hasköy ilçesi jeolojik etüdler

[19] Bozkurt, E.(2001), “ Neotectonics of Turkey –a Synthesis”, Geodinamica Acta (Paris)14,

[20] “*Bingöl ili ve çevresinde kaydedilmiş yıllık ekstrem depremlerin istatistiksel frekans analizi ve yörenin depremselliği*”, Tefaruk HAKTANIR, Hamdi ELCUMAN, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 2007

EKLER

Ek 1. Muş ili ve çevresi aletsel olmayan deprem kayıtları

No	Tarih	Enlem	Boylam	Bölge	M	I
1	461	39,1	42,5	Malazgirt		X
2	1012	39,1	42,5	Malazgirt		VII
3	1097	38,5	43,4	Van - Bitlis		VII
4	1101	38,5	43,5	Ahlat - Van		VI
5	1110	38,5	43,5	Ahlat - Van		VIII
6	1111	38,5	42,7	Ahlat - Van		IX
7	1208	38,7	42,5	Ahlat - Van - Bitlis - Muş	6,5	
8	1245	38,74	42,5	Ahlat - Bitlis- Van - Muş		VIII
9	1246	38,9	42,9	Ahlat - Erçiş -Van		VIII
10	1275	38,4	42,1	Bitlis- Ahlat -Erciş - Van		VII
11	1276	38,9	42,5	Bitlis- Ahlat -Erciş - Van		VIII
12	1282	38,9	42,9	Ahlat - Erçiş		VII
13	1345	39,1	42,5	Malazgirt		VIII
14	1363	38,7	41,5	Muş ve çevresi		IX
15	1415	38,5	43	Van Gölü		V
16	1416	38,5	43	Van Gölü		VII
17	1439	38,5	42,1	Nemrut		VI
18	1441	38,35	42,1	Nemrut		VIII
19	1444	38,5	43,4	Nemrut - Van		VI
20	1546	38,5	43,4	Van - Bitlis		V
21	1582	38,35	42,1	Bitlis ve civarı		VIII
22	1646	38,5	43,4	Van ve civarı		VII
23	1647	39,15	44	Van - Muş -Bitlis		IX
24	1648	38,3	43,7	Van ve civarı	6,7	VIII
25	1670	38	42	Hizan - Siirt	6,6	
26	1682	38,4	42,1	Bitlis		
27	1696	39,1	43,7	Çaldıran - Bitlis	6,8	X

28	1701	38,5	43,4	Van ve çevresi		VIII
29	1704	38,5	43,4	Van		VII
30	1705	38,4	42,1	Bitlis	6,7	IX-X
31	1715	38,7	43,5	Van - Erçiş	6,6	VIII
32	1869	38,4	42,1	Bitlis ve çevresi		VII
33	1871	38,5	43,4	Van -Nemrut	5,5	VII
34	18.05.1881	38,35	42,1	Nemrut	6,7	
35	30.05.1881	38,5	43,4	Van - Nemrut	7,3	IX
36	1884	37,5	42,5	Bitlis - Pervari	6,9	
37	1891	38,8	42,5	Malazgirt-Adilcevaz	5,5	VIII
38	1892	39,1	42,5	Malazgirt - Muş		VII
39	1895	39,1	42,5	Malazgirt-Adilcevaz		VIII

Ek 2. Yapı puanlama parametreleri

Table -2. Initial and Vulnerability Scores for Level-1 Survey of Concrete Buildings

Story #	Zone I 60<PGV<80	Zone II 40<PGV<60	Zone III 20<PGV<40	Soft Story	Heavy Overhang	Apparent Quality	Short Column
1, 2	90	125	160	-5	-5	-5	-5
3	90	125	160	-10	-10	-10	-5
4	80	100	130	-10	-10	-10	-5
5	80	90	115	-15	-15	-15	-5
6,7	70	80	95	-15	-15	-15	-5

Vulnerability Parameters

- Soft story : No (0); Yes (1)
Heavy overhangs : No (0); Yes (1)
Apparent quality : Good (0); Moderate (1); Poor (2)
Short columns : No (0); Yes (1)
Pounding effect : No (0); Yes (1)
Topography effect : No (0); Yes (1)

Story #	Zone I 60<PGV<80	Zone II 40<PGV<60	Zone III 20<PGV<40	Soft Story	Heavy Overhang	Apparent Quality	Short Column	Pound.
1, 2	95	130	170	0	-5	-5	-5	0
3	90	125	160	-10	-5	-10	-5	-2
4	90	115	145	-15	-10	-10	-5	-3
5	90	105	130	-15	-15	-15	-5	-3
6, 7	80	90	105	-20	-15	-15	-5	-3

Table -3. Initial and Vulnerability Scores for Level-2 Survey of Concrete Buildings

Topog. Effects	Plan Irreg.	Redundancy	Strength Index
0	0	0	-5
0	-2	0	-5
-2	-2	-5	-5
-2	-5	-10	-10
-2	-5	-10	-10
Soft story : No (0); Yes (1)			
Heavy overhangs : No (0); Yes (1)			
Apparent quality : Good (0); Moderate (1); Poor (2)			
Short columns : No (0); Yes (1)			
Pounding effect : No (0); Yes (1)			
Topography effect : No (0); Yes (1)			
Plan irregularity : No (0); Yes (1)			
Redundancy : Redundant (0), Semi-redundant (1), Weakly redundant (2)			
Strength Index : Strong (0),			

ÖZGEÇMİŞ

3 Aralık 1983 tarihi, Muş doğumluyum. İlk ve Orta öğretimi bu ilde tamamladıktan sonra, Lise eğitimimi Bursa Erkek Lisesinde okudum. Ardından Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümüne kayıt oldum. Bu bölümden 2006 yılında mezun olduktan sonra, Malazgirt Kaymakamlığı'nda İnşaat Mühendisi olarak göreve başladım. Daha sonra 2008 yılında Ağrı ilinde askerlik görevimi tamamladım. 2009 yılında Siirt İl Özel İdaresi Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğünde İnşaat Mühendisi olarak göreve başladım. 2012 yılından bu yana Muş İl Özel İdaresinde görev yapmaktayım. 2015 yılında da, Beykent Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim dalı yüksek lisans eğitimine başladım. Evli, üç çocuk babasıyım.

Necmettin ASYA